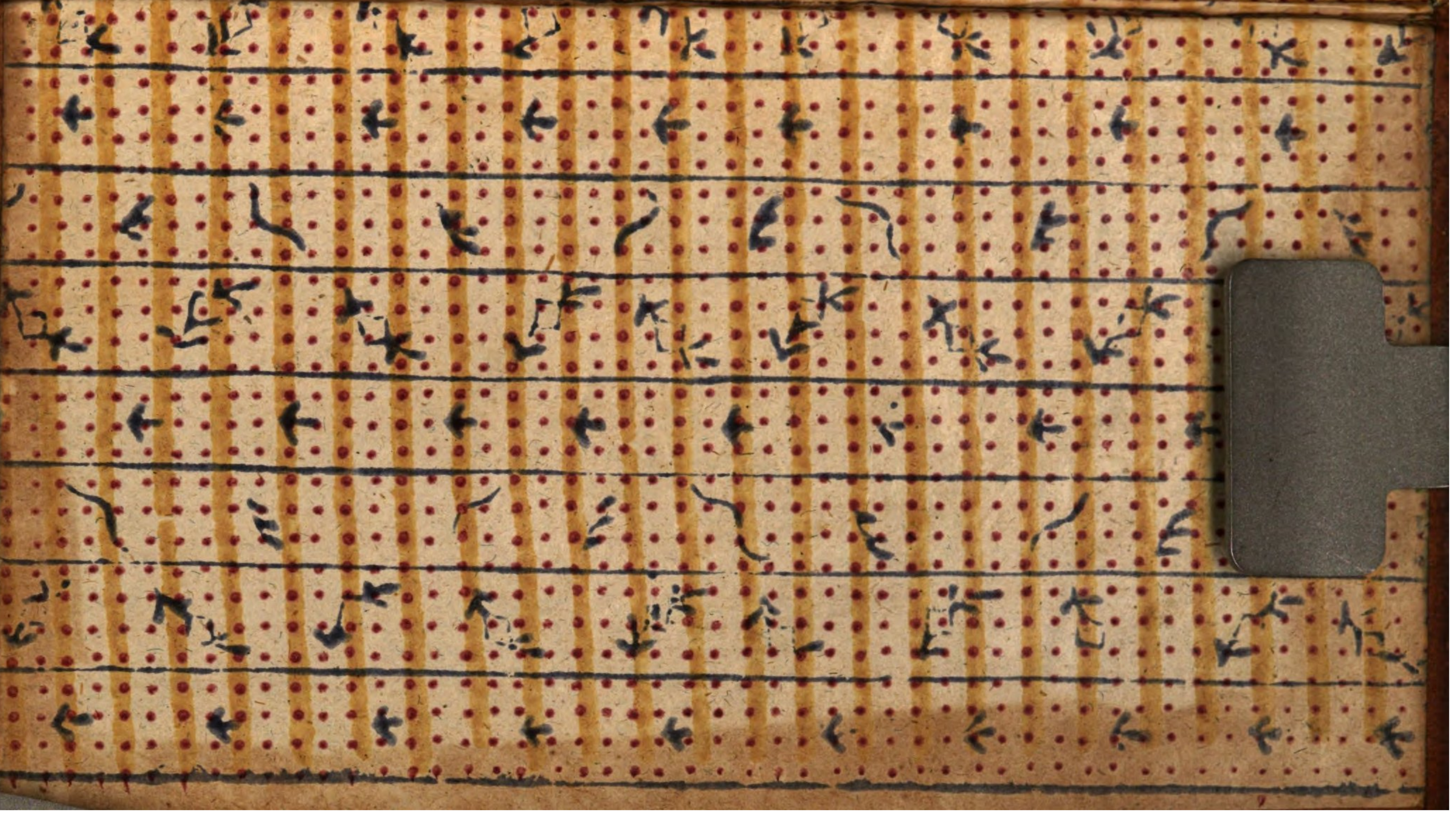


Mathesis. Statica & Mechanica

A 73.

Jm. 5023.

Math. a. 75.

R.

D. Johann Peter Eberhards
Neue Beyträge
zur
Mathesi applicata

Worin die
Ersten Gründe
der
Mühlenbaukunst, Hydrotechnik
und Bergwerkswissenschaft
erklärt werden.

Nebst
einigen Zusätzen
zur
Mechanik, Optik und Gnomonik.

Mit XXVI. Kupfertafeln.

Halle im Magdeburgischen,
zu finden in der Rengerischen Buchhandlung
1786.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Der Einfluß, den die Mühlenbaukunst, die Wasserbaukunst, und die Bergwerkswissenschaft in den Staat haben, ist so groß, daß ein Cameralist diese Wissenschaften gar nicht entbehren kann. Die Erfahrung lehret es, wie viel Summen oft unnöthig bey vorfallender Anlegung, Reparaturen und angeblichen Verbesserungen der Mühlen, der Schleusen, der Deiche und Bergwerke bloß deswegen verschwendet werden, weil diejenigen, welche die Aufsicht über solche Werke führen, nicht die gehörige Kenntnisse besitzen.

Es ist daher nothwendig, daß einer, der dem Staat künftig in dieser Absicht nützlich zu werden gedenkt, schon auf Universitäten sich die Anfangsgründe dieser Wissenschaften bekannt mache. Es hat bisher auf hohen Schulen sehr daran gefehlt. Die mehresten, die sich auf den Wasserbau, den Mühlenbau und den Bergbau legen, haben bloß praktische Kenntnisse davon. Es fehlt ihnen an der gehörigen Einsicht in die Mathematik. Und so nothwendig auch die praktische Kenntniß ist, so ist sie doch ohne Theorie ein blosses Handwerk. Man legt Gebäude und Werke an, ohne die gehörigen Gründe davon einzusehen, bloß weil es der Lehrmeister so gesagt hat. Die blosse Erfahrung giebt uns sehr schwankende Begriffe, und die mathematische Theorie allein ist im Stande, die

Vorrede.

Praxin auf sichere Gründe zu befestigen. Ich habe diesem Mangel an Unterricht in dieser Wissenschaft, auf hiesiger Königlichen Friedrichsuniversität, seit vielen Jahren abzuhelfen gesucht, und bey meinen Vorlesungen über die angewendete Mathematik, sowol die Mühlenbaukunst, als den Wasserbau und die Bergwerkswissenschaft vorgetragen. Schon im Jahr 1757 habe ich in der Absicht, Beyträge zur Mathesi applicata herausgegeben, in welchen ich einige Zusätze zur Mechanik, Optik und Gnomonik entworfen, und zum Gebrauch meiner Zuhörer eingerichtet hatte. Da ich über Wolfs Handbuch las; so führte ich nur das, was in der Mechanik und Optik im Wolf fehlte, weitläuftiger aus. Dahin gehört die Theorie der Reibung, die praktische Anwendung

Vorrede.

der einfachen mechanischen Werkzeuge, die Theorie der Mühlen und Bergwerksmaschinen, die Zeichnung der Lage der Bilder in der Katoptrik und Dioptrik u. s. w. Von der Hydrotechnik hatte ich gar nichts, und von der Bergwerkswissenschaft nur etwas weniges in Absicht auf das Maschinenwesen vorgetragen. Da dieses Werkchen von dem Herrn Verleger neu aufgelegt werden sollte, fand ich so viel zuzusetzen, daß ich mich endlich entschloß, es ganz umzuarbeiten, die fehlenden Wissenschaften, die ich bisher nur nach Dictatis hatte erklären müssen, hinzuzufügen, und es daher als ein ganz neues Werk unter dem Titel, Neue Beyträge, herauszugeben. Und ich muß meinen Lesern kurz sagen, was der Inhalt und die Absicht dieses neuen Werkchens ist.

Ich

Vorrede.

Ich habe eine allgemeine Einleitung in die Matheſin applicatam vorangeſchickt, darauf folgen Zuſätze zur Mechanik, worin 1) die Theorie der Reibung, S. 14 — 28, 2) die praktiſche Anwendung der einfachen mechaniſchen Werkzeuge, Seite 28 — 39, vorgetragen, und endlich 3) von den zuſammengeſetzten Maſchinen Seite 39 — 44 gehandelt wird. Die erſten zwey Stücke ſind ganz umgearbeitet, das dritte aber völlig neu, und enthält eine allgemeine Einleitung in das Maſchinenweſen überhaupt. Darauf folgen die **Erſten Gründe der Mühlenbaukunſt.** Hier habe ich bis Seite 59 eine allgemeine Einleitung in die Mühlenbaukunſt, nebſt der Berechnung des Räderwerks vorangeſchickt, darauf bis Seite 80 die Müh-

len dem Triebe nach abgehandelt, und endlich bis Seite 108 die Mühlen dem Gebrauch nach erklärt. Ich habe hierbey so viel möglich keine Art der Mühlen weggelassen, und bey allen, ihre Einrichtung und Berechnung, nebst der Zeichnung der innern Theile im kleinen hinzugefügt. Von der 109ten Seite an folgen die Ersten Gründe der Wasserbaukunst. Ich nehme das Wort Wasserbaukunst in dem weitläuftigsten Sinn. Ich begreife darunter nicht nur die Gebäude, die zur Befestigung der Ufer und Erleichterung der Schiffahrt angelegt werden, sondern auch die Theorie der Wassermaschinen, oder die so genannte Hydraulik. Ich habe daher nach einer Seite 111 vorangeschickten allgemeinen Ein-

Vorrede.

Einleitung in die Wasserkunst, wobey ich ein Verzeichniß der besten und nützlichsten Schriften entworfen, zuerst Seite 117 die Theorie der Wassermaschinen vorgetragen. Hier habe ich zuerst die Kräfte betrachtet, wodurch das Wasser gehoben wird, und die nöthigen mathematischen und physikalischen Gründe vorangeschickt. Dabey sind zugleich die einfachen hydraulischen Maschinen erklärt worden, darauf folgt die Theorie der zusammengesetzten Maschinen. Ich habe mich hier bey den Feuerspritzen, Wasserkünsten und Röhrenleitungen am weitläuftigsten aufgehalten, und überall die Gründe der Berechnung dieser Maschinen hinzugefügt. Hierauf folgt Seite 187 die Betrachtung der Wassergebäu-

de, oder der eigentlich so genannte Wasserbau. Hier habe ich die Einrichtung der Uferbefestigungen, der Deiche und Schleusen gezeigt, und auch kurz von der Anlegung der Brücken und Fähren gehandelt.

Endlich folgen von der 231. Seite an, die Ersten Gründe der Bergwerkswissenschaft. Hier habe ich Seite 233 eine allgemeine Einleitung in diese Wissenschaft überhaupt gegeben, und dabey ein Verzeichniß der besten und brauchbarsten Schriften von jedem Theil der Bergwerkswissenschaft hinzugefügt. Hierauf habe ich insbesondere Seite 240 die Markscheidekunst so abgehandelt, daß ein jeder, der die hier gegebenen Grün-

de

Vorrede.

de recht gefaßt hat, im Stande ist, wich-
tigere Werke von dieser Wissenschaft zu
verstehen. Darauf folgt Seite 251 die
Bergbaukunst. Hierbey ist die äussere
und innere Beschaffenheit der Gebürge
sowohl als die Anlegung der Bergwerke
selbst betrachtet, und alle Arten der un-
terirdischen Werke und Gebäude erklärt
worden. Hier habe ich mich nicht bloß
auf den eigentlich sogenannten Bergbau
eingeschränkt, sondern auch die vornehm-
sten Arbeiten beym Hüttenwerk, das Rö-
sten, Probieren, Schmelzen, Abtreiben
und Saigern, Cementiren, imgleichen
die trockne und nasse Scheidung betrach-
tet, und von allen diesen Arbeiten den
Begriff gegeben, und die nöthigen physi-
kalischen Gründe hin ugefügt. Zuletzt

folgt

Vorrede.

folgt Seite 312 bis Seite 336. die Bergmechanik, oder die Betrachtung des Maschinenwesens auf den Bergwerken. Hier habe ich alle Arten der Maschinen nach ihren verschiedenen Klassen geordnet und erklärt. Auch zur Feuermaschine habe ich einige Verbesserungen angegeben, und da ich mich hierbey, meiner Absicht gemäß, kurz fassen müssen, so hoffe ich, wenn es mir meine Amtsgeschäfte erlauben, in einer besondern Abhandlung die Geschichte der Feuermaschinen, ihre verschiedenen Arten, und die von mir zu deren leichterer Bewegung vorgeschlagenen Verbesserungen weitläuftiger abzuhandeln.

Die Zusätze zur Optik betreffen hauptsächlich die Theorie des Sehens

und

und der Farben, imgleichen die Bestim-
mung der Lage der Bilder bey Spie-
geln und Gläsern durch die blosse Zeich-
nung. Diese sind bloß für Anfänger
entworfen. Diese finden das meiste
Vergnügen, wenn sie die Lage der
Bilder auf eine leichte Art, ohne schwe-
re geometrische oder analytische Beweise,
durch die Zeichnung finden können. Ich
habe hierbey viele in den vorigen Bey-
trägen eingeschlichene Fehler verbessert,
und vieles z. E. von den Dollandischen
Ferngläsern hinzugefügt.

Da endlich die Einrichtung aller
Sonnenuhren aus der Aequinoctialuhr
auf eine leichte Art hergeleitet werden
kann, so habe ich diese allgemeine

Grün-

Vorrede.

Gründe in den Zusätzen zur Gnomonik hinzugefügt.

Meine Absicht bey Ausarbeitung dieses Werks ist hauptsächlich, die Erlernung einiger zum Wohl des Staats so unentbehrlicher Wissenschaften den Anfängern zu erleichtern, und sie dadurch zu besserer Ausübung ihrer Pflichten aufs Künftige vorzubereiten. Ich habe daher alles, was in den grösern Werken vom Mühlenbau, Wasserbau und Bergbau nützliches gesagt worden, kurz vorgetragen, und alle Maschinen in den beygefügten Kupfertafeln entworfen. In meinen Vorlesungen pflege ich aus meinem ziemlich ansehnlichen Vorrath von Modellen, die meisten dieser Maschinen

im

Vorrede.

im Modell vorzuzeigen, um die Kenntnisse derselben den Anfängern zu erleichtern. Wie glücklich sind die Preußischen Staaten, in welchen, durch die väterliche und weise Fürsorge unsers **Grossen Monarchen**, diese Wissenschaften zu blühen anfangen! Die vortreflichen Anstalten der erleuchteten Königlichen Herren Staatsminister, des Herrn Großcanzlers **Freyherrn von Fürst** Excellenz, und des jetzigen Obercuratoris aller Königlichen Universitäten **des Freyherrn von Zedlitz** Excellenz, haben auf den Universitäten die Lehrer und Zuhörer zu eben diesem Zweck merklich ermuntert. Wie beruhigend wird der Gedanke für mich seyn, wenn

ich

Vorrede.

ich mir schmeicheln darf, durch gegenwärtige Schrift und meine Vorlesungen, auch etwas zu diesem erhabenen Endzweck beygetragen zu haben! Die Erfüllung meiner Pflicht, und die Ausbreitung der Wissenschaften und Kenntnisse, die einen unmittelbaren Einfluß in das Wohl des Staats haben, soll beständig der Gesichtspunkt seyn, nach welchem ich meine Handlungen und gelehrte Bemühungen einrichten werde. Geschrieben zu Halle auf der Königlichen Friedrichs-Universität den 20sten April 1773.

J. P. Eberhard.

Einleitung

zur

angewendeten Mathematik

überhaupt.

§. 1.

Erklärung der angewendeten Mathematik.

Alle würklich vorhandene Dinge, haben entweder eine Grösse (quantitas) oder gewisse Eigenschaften (qualitates), und auch diese kan man in gewisser Absicht als Grössen ansehen. Alle Grössen, als Grössen, können entweder mit an-

dern bekannten Grössen verglichen, und ihre Verhältniß gegen sie bestimmt werden oder nicht. Im ersten Fall können wir sie **ausmessen**, und dieses muß nach den Regeln der Arithmetik und Geometrie geschehen. Wenden wir die theoretische Mathematik auf die Ausmessung würklich vorhandener Grössen an; so heist die daraus entstehende Wissenschaft, die **angewendete Mathematik** (Mathesis adplicata vel mixta). Diese ist also **eine Wissenschaft, würklich vorhandene Grössen auszumessen.**

§. 2.

Ihr Unterschied.

Man sieht daher leicht ein, daß sie so wohl von der reinen Mathematik, als von der Naturlehre verschieden sey. Die erste beschäftigt sich mit bloß möglichen Grössen. Die zweite hat zwar würklich vorhandene Körper zu ihrem Vorwurf, sie beschäftigt sich aber hauptsächlich mit den Ursachen der Begebenheiten, auf welche man in der Mathesi applicata nicht weiter sieht, als in so fern daraus die Grösse der Körper und Kräfte bestimmet werden kan. Z. E. wir betrachten in der Naturlehre die Eigenschaften des Lichts ihren Ursachen nach. Ob die Strahlen in einer Reihe auf einander folgender

Schlä-

Schläge bestehen: ob die Lichttheile als harte Körper, die sich berühren, anzusehen sind u. s. w. Alles dieses ist der Vorwurf der angewendeten Mathematik nicht, welche nur die Stärke des Lichts, die Grösse der Brechung der Strahlen, und dergleichen untersucht.

§. 3.

Welche Wissenschaften dazu gehören.

So viel als also Arten von Grössen würklich sind, so viel müssen auch Theile der angewendeten Mathematik möglich seyn. Solten nicht daher fast alle Handwerker zur angewendeten Mathematik gerechnet werden können? Wer wolte wohl leugnen, daß dieses möglich sey? warum es aber nicht geschehe, ist leicht zu begreiffen. Die Anzahl der Theile der angewendeten Mathematik würde alsdenn unendlich groß werden. Es müssen daherv gewisse Bestimmungen angegeben werden, wodurch man ausmachen kan, ob eine Wissenschaft zur angewendeten Mathematik gehöre oder nicht. Und diese Bestimmung ist folgende: alle Wissenschaften oder Künste, die ohne Mathematik nicht können verstanden werden, gehören zur Mathesi applicata. Wer wird die Optik ohne Geometrie verstehen können? Diese ist daherv ein Theil der angewendeten

Mathematik. Alle diejenigen Künste fallen dahero weg, die man ohne Mathematik verstehen kan, wenn sie gleich mit Nutzen in denselben angebracht werden könte.

§. 4.

Ihre Eintheilung.

Man kan 1) die Gesetze der Arithmetik auf die Berechnung der im gemeinen Leben vorkommenden Grössen, die Preise der Waaren, die Bestimmung des Arbeitslohnes, der Zinsen u. d. gl. anwenden. Dieses heißt die **praktische Arithmetik**. Oder man wendet 2) die reine Mathematik auf die Bestimmung der Grösse, lage, Entfernung und Figur der Theile, der Oberfläche der Erde an. Dieses heist die **Feldmeßkunst** (Gaeodesia). Oder man bestimmt 3) die Grösse, lage, Entfernung und Figur der Theile unter der Erde: die **Markscheidekunst** (Geometria subterranea). Oder man bestimmt 4) die lage und Entfernung der Oberfläche der Erde von einer angenommenen Horizontallinie: die **Nivellirkunst** oder das **Wasserwägen**. Oder man mißt 5) Tonnen und Gefässe nach Kannenmaaß aus: das **Visiren**. Oder man reducirt 6) ver-

6) verschiedene im gemeinen Leben vorkommende Körper auf Geometrische Körper, und berechnet sie. Diese fünf Theile, von Nummer 2.—6, begreift man unter dem Namen der praktischen Geometrie. Alles dieses sind ohnstreitig Theile der angewendeten Mathematik, ohngeachtet sie mehrentheils zur reinen Mathematik gerechnet, und etwas davon in denen Lehrbüchern von der Mathesi Pura, vorgetragen wird, weil die Theorie der hier zu berechnenden Linien, Flächen und Körper in der Geometrie vorkommt. Ausser diesen wird die Mathematik noch auf fünf Arten von Grössen angewendet, deren allgemeine Theorie in der Geometrie nicht vorkommt. Diese letzten rechnet man gemeiniglich im eigentlichen Verstande zur **angewendeten Mathematik.** Und da wendet man sie 1) an, auf die **Bewegung** und die **bewegende Kräfte**; dieses heist die **Dynamik.** Hier sieht man entweder auf **feste** oder **flüßige** Körper. a) Die Lehre von der Bewegung der festen Körper, heist insbesondere die **Mechanik**, und derjenige Theil, welcher vom Gleichgewicht der Kräfte handelt, die **Statik.** b) Die Lehre von der Bewegung flüßiger Körper, heist die **Hydrodynamik.** Und zwar heist sie die **Hydrostatik,**

tik, wenn das Gleichgewicht flüßiger Körper betrachtet wird. Betrachtet man aber die Bewegung selbst, und ihre Anwendung im gemeinen Leben, so heist es insbesondere die Hydraulik. Da zu denen Kräften, wodurch das Wasser bewegt wird, auch die Luft gehört; diese aber ihren Eigenschaften nach, mathematisch untersucht werden kan: so entsteht daraus eine besondere Wissenschaft, nemlich die **Aerometrie.**

Es werden 2) die Gesetze der Geometrie auch auf das **Licht** angewendet, in der **Optik.** Hier werden a) entweder die allgemeinen Eigenschaften des Lichts und die Theorie des Sehens bestimmt, in der **besondern Optik**, oder b) das Licht wird betrachtet, in so fern es durch die Reflexion Bilder der Objekte formirt, in der **Katoptrik**, oder c) in so fern es durch die Brechung der Strahlen in durchsichtigen Körpern Bilder der davorstehenden Objekte darstellet, in der **Dioptrik.** Oder d) man betrachtet die scheinbaren Veränderungen der Figur der Körper, die von der verschiedenen lage des Auges abhangen, in der **Perspectiv.**

Ferner wird 3) nach den Gesetzen der Geometrie auch das Weltgebäude unter-

ter-

terſucht. Es geſchieht dieſes in der Coſmologia Mathematica, in welcher a) die entfernten Weltkörper in der Aſtronomie, b) die Erde in der mathematiſchen Geographie, und c) die Zeit betrachtet wird, in ſo ferne wir ſie durch die Bewegung der Himmelskörper ausmeſſen. Dieſes geſchieht denen gröſſeren Abtheilungen nach, in der Chronologie, denen Stunden nach in der Gnomonik.

Man kan aber auch 4) die Wiſſenſchaft, Gebäude gehörig aufzuführen, nicht ohne Mathematik verſtehen. Es entſteht daraus die Baukunſt. Dieſe lehrt entweder, a) wie die Gebäude ſchön, bequem und feſt gebauet werden, in der bürgerlichen Baukunſt (architectura ciuilis), oder b) wie man vor die Sicherheit der Einwohner durch Anlegung beſonderer Werke beſorgt ſeyn ſoll, in der Kriegsbaukunſt (architectura militaris). Wozu man noch wegen der Nothwendigkeit des Pulvers und Geſchützes beym Kriege, die Artillerie zu rechnen pflegt. Oder c) man zeigt die Regeln, nach welchen Schiffe gebauet werden müſſen; die Schifsbaukunſt (architectura naualis). Oder d) man ſorgt vor die Feſtigkeit und

Sicherheit der unter der Erde bey Bergwerken anzulegenden Gebäude; die **Bergbaukunst** (architectura subterranea). Oder e) man legt Gebäude am Wasser an, um sich des Wassers zur Bequemlichkeit zu bedienen, oder sich gegen dessen Einbruch zu versichern; (architectura hydraulica) die **Wasserbaukunst.**

Endlich kan 5) auch die Mathematik auf die Theorie der Töne, in der mathematischen **Musik** angewendet werden.

Zusätze

zur

Mechanik.

Algemeine Zusätze.

§. 1.

Allgemeiner Begriff der Mechanik.

Die Mechanik ist eine Wissenschaft von von der Bewegung der festen Körper, in so ferne sie ausgemessen werden kan.

§. 2.

Ihre Eintheilung.

Da alle Körper schwer sind, wie die Erfahrung lehrt; die Körper aber auch ausser der Schwere, gewisse allgemeine Eigenschaften besitzen: so kan man die Bewegung der festen Körper, entweder überhaupt betrachten, oder in so fern sie schwer sind. Das erste heist die allgemeine Mechanik, das zweite die besondere.

§. 3.

Anmerkung.

Da die allgemeinen Gesetze der Bewegung, theils in meinen ersten Gründen der Naturlehre Cap. 3. S. 60. u. f. vorge-

getragen sind, theils in den meisten andern Lehrbüchern der Mathematik vorgetragen werden, so halte ich es nicht vor nöthig, diese hier weitläuftiger auszuführen. Wir wenden uns daher zu der besondern Mechanik.

§. 4.

Entwurf der besondern Mechanik.

Diese kan eingetheilt werden,

1) In den theoretischen Theil, worin die Lehre von den mechanischen Kräften vorgetragen wird, und zwar
   a) Von der Schwere überhaupt,
   b) Vom Mittelpunkt der Schwere, in so fern dessen lage die Ruhe oder Bewegung der Körper verursacht. Hieraus wird der Begriff des Hebels bestimmt, bey welchem vorkommt,
      aa) Dessen Begriff,
      bb) Eintheilung,
      cc) Gesez desselben in Absicht auf die Kräfte. §. 45. Dessen Anwendung §. 49. bis 62.
      dd) Gesez in Absicht auf den Raum §. 63. bis 67.

   Daraus folgt die Lehre von Rädern.
   α) In Absicht auf die Kräfte §. 68. bis 74.
   β) In Absicht auf die Räume §. 75. Von beiden hängt ab.
   γ) Die Zusammensetzung der Räder.

Aus

Aus dem Gesez des Hebels in Absicht auf die Kräfte, folgt ferner die lehre vom plano inclinato, §. 82. bis 95. und zwar

α) Wenn die Richtung der Kraft mit der Fläche selbst parallel ist §. 82.

β) Wenn sie mit der Grundfläche parallel ist, §. 83.

Hieraus folgt

αα) Die lehre von der Schraube

N) An sich

NN) In Absicht auf die Kräfte §. 84. und 85.

בב) In Absicht auf die Räume §. 86. 87.

ב) In ihrer Zusammensetzung mit den Rädern, §. 92. bis 95.

ββ) die lehre vom Keil, §. 105.

Ferner die lehre von den Rollen

α) denen einfachen

β) zusammengesezten oder dem Strick und Kloben

αα) In Absicht auf die Kräfte §. 99. bis 103.

ββ) In Absicht auf die Räume, §. 104.

2) Der praktische Theil. Dabey kömmt vor

a) praktische Anwendung der einfachen mechanischen Werkzeuge.

b) Zusammengesezte Maschinen.

Hauptsächlich

α) Mühlen

β) Bergwerksmaschinen.

Besondere Zusätze.

1. Von der Reibung.

§. 5.

Begriff derselben.

Wenn sich ein Körper A so nahe an einem andern B bewegt, daß die Hervorragungen beider dergestalt aneinander stossen, daß die Bewegung von A dadurch gehindert wird, so sagen wir, A reibe sich mit B.

§. 6.

Anmerkung.

Man muß diese Reibung (friction) wohl unterscheiden 1) von dem Widerstande in der Bewegung, der vom Zusammenhange entsteht. Wenn sich zwei Körper stark berühren, so hangen sie zusammen, und dieser Zusammenhang muß überwunden werden, wenn sich der eine Körper über den andern wegbewegen soll. 2) Von dem Widerstande der von der Trägheit und Schwere herrührt. 3) Von dem Widerstande, den die Luft nicht nur vermöge ihrer Trägheit und Schwere, sondern auch vermöge ihrer Schnellkraft ausübt. Wenn sich ein Körper durch einen Hauffen kleiner Körperchen, wie z. E. der Sand ist, bewegen

wegen soll, so muß er dieselben auf die Seite stossen, diese widerstehen vermöge ihrer Trägheit und Schwere, und vermindern daher die Bewegung. Eben dieses thut auch die Luft.

§. 7.

Nothwendigkeit dieser Lehre.

Man findet aus der Erfahrung, daß wenn eine Maschine berechnet ist, woran zwei Kräfte genau das Gleichgewicht halten, und daher die Bewegung erfolgen solte, sobald das Gleichgewicht durch eine geringe Kraft gehoben worden: daß dieses nicht zutreffe. Es müssen oft viel Kräfte angewendet werden, um die Bewegung hervorzubringen. Das macht, der Widerstand muß erst überwunden werden, der von der Reibung herrührt, ehe die Bewegung würklich erfolgen kan. Daher kömmts, daß die theoretischen Berechnungen der Maschinen so selten in Praxi zutreffen. Und eben deswegen ist es nöthig, daß man die Gesetze der Friction so viel möglich bestimme.

§. 8.

Reibung überhaupt.

Ohngeachtet die Gesetze der Reibung noch nicht mit mathematischer Gewisheit bestimmt sind, so trift doch das, was **Amonton, Parent, Belidor** und **Muschenbroek**, theils

theils theoretisch, theils durch die Erfahrung erwiesen haben, bey Berechnung der Maschine ohngefehr zu. Es sind hier drey Hauptfälle möglich. Entweder 1) die Richtung der Bewegung ist mit der horizontal Fläche parallel, und in diesen beiden Fällen geschiehet die Bewegung nach einer geraden Linie, oder 3) die Bewegung geschieht nach einer krummen Linie durchs Umdrehen.

§. 9.

1) Horizontale Bewegung.

Bey der horizontalen Bewegung, ist 1) die Reibung ohngefehr dem dritten Theil der last gleich, die Fläche des zu bewegenden Körpers mag gros oder klein seyn. Man nenne die Reibung F, die Schwere des Körpers P: so ist $F = \frac{1}{3} P$. 2) Eben dieses gilt von den Kräften, die den Körper oberwärts und seitwärts drucken. Auch von diesen muß $\frac{1}{3}$ für die Reibung gerechnet werden. 3) Macht die Richtung des Stosses mit der Richtung der würklich erfolgten Bewegung einen Winkel, so wird die Reibung desto grösser, je grösser dieser Winkel wird. Unter einem rechten Winkel ist sie unendlich gros, und es erfolgt daher gar keine Bewegung.

§. 10.

§. 10.

2) Bewegung auf einer schiefen Fläche.

Wenn ein schwerer Körper E auf einer schiefen Fläche AB liegt, so muß die Würkung der Schwere des Körpers auf die Fläche erst angegeben werden, wenn man die Grösse der Reibung bestimmen will. Die Schwere würkt senkrecht auf den Horizont. (Naturl. §. 101.) Man lasse also aus dem Mittelpunkt der Schwere C auf die horizontal linie AD die perpendikular linie CG fallen; so drückt diese die Richtung der Schwere des Körpers E aus. Dieser würkt in F auf die Fläche AB unter dem spitzen Winkel x, Nun geschieht jede Würkung nach der perpendikular linie (Naturl. §. 66). Man ziehe daher aus C die linie CI auf AB senkrecht: so drückt CI die Würkung der Schwere des Körpers E auf die Fläche AB aus. Man ziehe ferner mit AB durch C die linie CH parallel: so entsteht das Parallelogramm CIFH, wovon CF die Diagonal ist. Und die Kraft CF ist daher aus den Kräften CI und CH zusammengesetzt (Naturl. §. 62.). Da nun bloß die Kraft, welche den Körper an die Fläche andruckt, die Reibung verursacht; die Kraft CH aber mit AB parallel ist, folglich auf diese Fläche nicht würkt: so muß die Reibung in diesem Fall $\frac{1}{3}$ CI seyn. Tab. XIII. Fig. 1.

Hieraus läßt sich die Reibung beym Keil und der Schraube berechnen. Bewegt sich ein Körper an einer vertikalen Fläche herunter, so ist die Reibung der dritte Theil der andrückenden Kraft. Woraus sich die Reibung der Stämpfer, ingleichen der Schuzbretter bey Schleusen berechnen läßt. Die Kraft, welche einen Stämpfer oder Schuzbrett gerade in die Höhe heben soll, muß nicht nur die Schwere desselben überwinden, sondern auch den dritten Theil der druckenden Kraft. $V = G + \frac{1}{3} F$.

§. 11.

3) Umdrehende Bewegung.

Tab. XIII. Fig. 2.

Hier ist ein dreyfacher Fall möglich. Entweder es drehet sich ein Hebel, der mit Gewicht beschweret ist, auf einer Fläche im Kreis herum. Oder ein Welle drehet sich in Pfannen um ihre Axe. Oder ein Hebel bewegt sich um eine durch ihn gehende Welle auf und nieder. 1) Man stelle sich den Hebel AB vor, dessen Arme AC und BC gleich sind. In A sey ein schwerer Körper, der horizontal auf einer Fläche, durch die auf AB perpendikular würkende Kraft BD umgedrehet werden soll. So wird auch hier die Reibung der halben Schwere des Körpers A gleich seyn. Sind aber die Arme des Hebels ungleich, so ist es klar, daß die Kraft der Entfernung vom Ruhepunkt umgekehrt proportio-

portionirt seyn müsse. Es verhält sich also hier die Entfernung der Kraft zur Entfernung der Last, wie ein Drittel der Schwere des Körpers A zur Reibung. Oder wenn d die Entfernung, V die Kraft, G die Schwere von A, und F die Reibung bedeutet; so verhält sich $dV : dG = \frac{1}{3}G : F$. Und also $F = \frac{dG \times G}{3\,dV}$. Wenn AEBF die Grundfläche eines schweren Cylinders ist; so theile man den Radium CB in 3 gleiche Theile in H und G, so ist $CG = \frac{2}{3}CB$. Man stelle sich vor, die Schwere des ganzen Cylinders sey in G als im Mittelpunkt der Schwere beysammen. Die Entfernung der Last wird also CG seyn. Daraus läßt sich die Kraft, welche die Reibung überwinden soll, leicht berechnen. Weil die Würkung der Schwere zunimmt, so wie die Geschwindigkeit grösser wird: so muß die Reibung bestimmt werden, aus dem dritten Theil der Schwere multiplicirt in die Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeiten verhalten sich wie die Räume, wenn die Zeiten gleich sind, die Räume aber sind hier die Peripherien. Nun ist $CG = \frac{2}{3}CB$; daher die Peripherie von $CG = \frac{2}{3}$ der Peripherie von CB. Will man also die Grösse der Reibung eines stehenden Cylinders finden: so muß man $\frac{2}{3}$ von der Peripherie mit der Schwere multipliciren, und das Produkt

durch 3 dividiren. Oder $F = \frac{G \times \frac{2}{3} P}{3}$ $= \frac{2}{9} G \times p$. Hieraus läßt sich die Reibung der Mühlsteine berechnen. Bei welchen vorausgesezt wird, die bewegende Kraft sey wegen der in der Oefnung CIK befindlichen Haue, in K. Hier verhält sich die Kraft zu dem eben angegebenen Produkt, wie CG:CK. Ist aber die bewegende Kraft in B; so verhält sie sich zu dem eben angezeigten Produkt, wie CG:CB, das heist, umgekehrt wie die Entfernung C.

Tab. XIII. Fig. 3. 2) Ist ein liegender Cylinder AB in den Pfannen C und D beweglich, und soll um seine Axe gedrehet werden, so ist die Reibung die Hälfte der Schwere. Oder $F = \frac{1}{2} G$. Dieses gilt auch von denen an die Welle gehängten Gewichten. Auch diese müssen halbirt werden, um die Grösse der Reibung zu bestimmen. Sind zwei an einer Welle angebrachte Kräfte einander gerade entgegengesetzt, so daß die eine so stark herauf als die andere herunter zieht; so heben sie einander auf, und man halbirt vor die Reibung, nur die Schwere der Welle. Machen beide Kräfte einen schiefen Winkel, so sieht man die Richtung der Kräfte als die Seiten eines Vierecks an, dessen Diagonal die Grösse der zugleich würkenden Kräfte ist, und halbirt werden muß, um die Reibung

zu

zu berechnen. liegt die Welle in Zapfen, so verhält sich der Durchmesser der Welle zum Durchmesser des Zapfens, wie die halbe Schwere, welche für die Reibung der Welle gerechnet wird, zur Reibung des Zapfens.

3) Ist ein Hebel AB um eine Welle CDEF beweglich, und die Arme desselben sind gleich, so muß man die Schwere des Hebels samt denen in A und B befindlichen Kräften halbiren, wie n. 2. um die Reibung zu überwinden. Da aber die Bewegung desto leichter wird, je länger die Arme des Hebels sind, oder je kleiner der Radius der Welle ist, so berechnet man die zur Ueberwindung der Reibung nöthige Kraft, in dem man schließt: wie die Länge des Arms CB sich verhält zum Radio der Welle CF; so verhält sich die Hälfte der Schwere des Hebels und der applicirten Kräfte, zur Kraft, welche die Reibung überwindet. Tab. XIH. Fig. 4.

§. 12.

Warum diese Gesetze nicht allezeit zutreffen.

Die Erfahrung lehrt, daß diese Gesetze nicht allezeit genau zutreffen. Die Ursache davon kan leicht bestimmet werden. 1) Erstlich kan der Zusammenhang (§. 6.) nicht allemal von der Reibung unterschieden werden, folglich da dieser einen starken Einfluß in die Bewegung hat, muß die Kraft, welche man nach diesen Gesetzen berechnet hat,

zu klein seyn, indem sie nicht hinreichend ist, den Zusammenhang der Theile zu überwinden. 2) Ist die Unebenheit der Oberflächen nicht allezeit gleich. Je grösser die Unebenheit einer Fläche ist, desto stärker muß der Widerstand und daher auch die Reibung seyn. Ueber dieses können die hervorragenden Theile so beschaffen seyn, daß sie leicht zerbrechen. Geschieht dieses, so muß freylich die Reibung vermindert werden. 3) Muß auch die Reibung verändert werden, wenn sich die Grösse der Oberfläche der Körper ändert. So wie die Oberfläche ab- und zunimmt, so muß auch die Anzahl der hervorragenden Theile vermehrt oder vermindert werden. Und wer siehet nicht, daß der Widerstand davon abhänge? **Amonton** leugnet dieses, man kan ihn aber aus der Erfahrung so wohl, als **a priori** leicht widerlegen. 4) Hat der Widerstand der Luft einen grossen Einfluß in die Bewegung der Körper. Wir sehen dieses deutlich an dem Fluge der Bomben, der Bewegung der Schüsse u. s. w. 5) Endlich ist es leicht zu begreifen, daß die Geschwindigkeit der bewegten Körper einen grossen Einfluß in die Reibung habe. Wenn ein Widerstand gehoben werden und eine Bewegung erfolgen soll; so muß die Kraft desto grösser seyn, je kleiner die Zeit ist. Und ich sehe nicht ein, warum der Widerstand, den die Reibung verursacht, hiervon ausgenommen seyn sollte?

§. 13.

§. 13.

Reibung der Räder.

Die Erfahrung hat bei Rädern folgendes gelehret.

1) Daß die Friction der Räder grösser werde, wenn sie wenig Zähne bekommen; daß sie hingegen geringer werde, wenn die Anzahl der Zähne vermehrt wird. Je weniger nemlich Zähne sind, desto mehr werden die Direktionslinien einander entgegengesetzt, und daher sind die Kräfte gröſſer, welches freilich die Reibung vermehren muß. 2) Wenn ein Rad von wenig Zähnen in ein vielzähnigtes eingreift und dasselbe bewegt, so ist die Reibung nicht so groß, als wenn das vielzähnigte das mit wenig Zähnen bewegen soll. 3) Wenn ein Stirnrad in einen Trilling oder eine zähnigte Welle greift, so ist die Reibung nicht so groß, als wenn es in ein anderes Stirnrad greift. 4) Kammräder haben ungleich mehr Friction als Stirnräder.

§. 14.

Gesez der Reibung der übrigen Körper.

Bei allen übrigen Körpern hat man nur das einzige allgemeine Gesez bemerkt, daß zwey Körper von einerley Art sich stärker reiben, als zwey Körper von verschiedener Art. Z. E. Stahl auf Stahl reibt sich stärker, als Stahl auf Meßing. Dabey haben die Ver-

suche gelehrt, daß der Stahl sich mit dem Meßing am wenigsten reibe, stärker mit Bley, noch stärker mit Kupfer, Zinn u. s. w. Man bestimmt dieses durch das sogenannte Tribometer des **Muschenbroek**, welches in einem hölzernen Cylinder besteht, durch welchen eine starke metallene Axe geht, die an beyden Enden stählerne glatt polierte Zapfen hat. Diese Zapfen können in Pfannen von verschiedener Art von Holz, Zinn, Stahl Meßing u. d. bewegt werden. Um die hölzerne Walze geht ein Strick, an welches zwey gleiche Gewichte gehängt werden. Auf der einen Seite wird eine Wagschale mit Gewichten angebracht, die, wenn sie herunter sinkt, die Walze umdreht. Da hat die Erfahrung gelehrt, daß bey harten hölzernen und trocknen Pfannen, die Reibung 10. Quentchen betragen; waren sie aber mit Oehl geschmiert, nur 6. Quentchen. Hing auf beyden Seiten 1. ℔. so war die Reibung ohne Oehl 12. Quentl., mit Oehl 10. Quentchen. Eben diese Zapfen erforderten, mit 1. ℔. beschwert, die Reibung zu überwinden, in Pfannen von Stahl, trocken 11. Quentl.; mit Oehl, 10. Quentl. In Pfannen von Kupfer, trocken 8. Quentl., mit Oehl, 7. Quentl. In Pfannen von Zinn, trocken 11. Quentl.; mit Oehl, 9. Quentl. Im Bley, trocken 7 Quentl. mit Oehl 6. Quentl. In Pfannen von Meßing trocken 6. Quentl., mit Oehl $5\frac{1}{2}$.

§. 15.

§. 15.

Verminderung der Reibung.

Die Reibung kan auf eine doppelte Art vermindert werden, 1) theils indem man das wegschafft, was die Reibung verursacht, 2) theils indem man das entfernt und vermeidet, was die Reibung zufällig vergrössern kan. Die Reibung zu vermindern müssen also 1) die **Ursachen der Reibung vermindert werden.** Dieses geschieht, a) indem die Ungleichheiten weggenommen werden, welches auf eine doppelte Art geschehen kan. aa) Entweder indem man die Vertiefungen ausfüllt, oder bb) indem man die hervorragenden Theile wegschafft. Das erste geschieht durch Fett, Baumöhl, Seife, Wasser, und andere flüßige Körper, welche zwischen beyde Körper gebracht werden. Man hat auch hier aus der Erfahrung gefunden, daß bey Metall mit Metall, Baumöhl oder Ochsenklauenfett; bey Metall und Holz, Talg; bey Holz mit Holz, Seife; bey Holz und Stein, Wasser genommen werden müsse. Das zweyte erfolgt entweder durch eine vorher geschehene Politur, oder durch die Bewegung selbst, da die Theile sich auf einander abschleifen, und die Ungleichheiten daher verliehren. b) Indem die sich reibende Oberfläche vermindert wird. Dieses geschiehet, aa) indem man die sich reibenden Wellen in Zapfen legt. Je

dünner diese Zapfen sind, desto geringer ist die Friktion. bb) Indem man bey stehenden Wellen die Zapfen spitz macht. Denn so berührt sich der Zapfen mit der Pfanne in wenig Punkten. Doch muß die Spitze nicht nach einem spitzen, sondern stumpfen Winkel gemacht werden, weil der Zapfe die Pfanne sonst durchbohren würde. cc) Wenn man bey Walzen, so sich um den vierten Theil ohngefehr umdrehen, die Zapfen unten scharf macht. Wie dieses bey Glocken, Wagebalken u. d. g. geschieht. Man kan die Schärfe nach einem Winkel von 60°, die Pfanne aber entweder rund, oder nach einem Winkel von 120° machen. dd) Indem man die Zapfen, an statt sie in Pfannen zu legen, zwischen zwey Walzen legt. c) Indem man die gerade Bewegung in ein Fortwelzen verwandelt. Dieses geschieht α) durch Walzen, die man unter die zu bewegende Last legt. β) Durch Rollen, bey Seilen, die um eine Welle oder andere Körper gehen. γ) Durch Räder, die um eine Axe beweglich sind, und, indem sie sich umdrehen, die Last leichter fortbringen, dergleichen die Karren- und Wagenräder sind. Und endlich würkt δ) das Oel und Fett selbst zum Theil auf diese Art, indem die Theile desselben sehr schlüpfrig sind, über einander wegglitschen. 2) Muß zur Verminderung der Reibung alles das weggeschafft werden, was dieselbe zufällig vermehrt.

mehrt. Dahin gehört a) der Sand oder anderer Unrath, der in den Pfannen oder zwischen die Zähne der Stirnräder und Getriebe sich setzt, weil nicht nur der Sand an sich der Bewegung widersteht, sondern auch die Oberfläche der Pfannen oder Zapfen und Räder rauher macht, und dadurch die Ungleichheiten der Oberflächen vermehrt. b) Dick gewordener Theer bey Wagenrädern, oder dickes Fett und Schmuz bey Uhren und andern feinem Räderwerk, wodurch der Zusammenhang vermehrt und die Bewegung zufällig gehindert wird. c) Die Erhitzung bey schneller Bewegung, dehnt Räder, Trillingsstöcke und Getriebe aus, bringt die Flächen dichter an einander, und macht, daß die Ungleichheiten der Oberflächen stärker in einander greifen. Eben dieses geschieht d) bey hölzernem Räderwerk durch die Feuchtigkeit und das dadurch entstandene Aufquellen. Man muß daher bey allen Maschinen, sorgfältig die Zapfen und Pfannen von Sand, Staub und Schmuz reinigen; imgleichen so viel möglich, die Erhitzung, besonders bey den metallenen Maschinen, vermeiden; bey hölzernen aber sich in Acht nehmen, daß sie nicht unnöthig an feuchten Orten stehen und sich das Holz dadurch werfe.

2. Praktische Anwendung verschiedener einfacher mechanischer Werkzeuge.

§. 16.

1) Der Hebel.

Unter den einfachen mechanischen Werkzeugen ist der Hebel der erste und wichtigste. Fast bey allen Werkzeugen, bey Messern, Scheeren, Degen u. s. w. ist der Grund ein einfacher oder doppelter Hebel. Ja der menschliche Körper selbst ist aus Hebeln der zweyten Art (vectis homodromus) zusammengesetzt, die Arme, die Schenkel und Beine, die Finger und Zähen, der Unterkinnbacken, ja selbst die Ribben sind Hebel. Die Muskeln sind die bewegenden Kräfte, welche näher an der Unterlage befestigt sind, und daher uns nicht so wohl einen Vortheil der Kraft, sondern der Zeit verschaffen.

Ausser uns finden wir in den gewöhnlichen Werkzeugen, einen doppelten Gebrauch des Hebels. Es wird dadurch entweder eine Bewegung hervorgebracht, oder man bestimmt dadurch die **Schwere** der Körper. Wenn A) eine Bewegung hervorgebracht wird, so ist dieselbe a) entweder **einfach**, in allen den Werkzeugen, wodurch bloß etwas **bewegt**

werden

werden soll, oder b) der Hebel ist mit dem Keil verbunden, wenn zugleich der Zusammenhang der Theile getrennet wird.

§. 17.

a) Einfacher Hebel.

Von diesem finden wir drey Arten, nachdem die Bewegung blos einfach geschieht, oder abwechselnd in der Richtung ist (motus reciprocus), oder eine drehende Bewegung erfolgen soll. 1) Eine einfache Bewegung finden wir bey jeder **Stange** und **Hebebaum**, wodurch Mäurer und Zimmerleute Steine und grosse Balken in die Höhe heben. 2) Eine wechselsweise Bewegung geschieht durch **Schwengel, Schwingen** und **Kurbeln.** Häufige Beyspiele davon kommen an Schneidemühlen, Graupenmühlen, Wasserplumpen und Druckwerken vor. 3) Eine umdrehende Bewegung geschieht bey den **Winden, Haspeln**, auch den **Deichseln** bey Roßkünsten und Roßmühlen. Dahin gehören auch zum Theil die **Wagendeichseln.**

§. 18.

Die Hebelade.

Da bey dem Hebel die Gewalt desto gröſſer, je kürzer der Arm ist, woran sich die Last befindet, so sieht man leicht, daß eine Last dadurch nicht sehr hoch gehoben werden könne. Man hat daher, um durch einen blos-

sen

sen Hebel die Lasten höher zu heben, ein Instrument erdacht, worin die Unterlage beweglich ist, und nebst dem Hebel selbst höher gelegt werden kan. Es ist dieses die **Hebelade**, welche folgendermaßen eingerichtet ist. Es ist ein offener Kasten ABCDEFGH, in dessen gegen einander über stehenden Wänden AE und DF sich zwey Reihen Löcher a, b, und c, d befinden. Diese sind dergestalt eingerichtet, daß die Löcher der Reihe a und c gleich hoch liegen, und eben so ist es mit denen Reihen b und d. Man kan daher durch I und K eine eiserne Stange stecken, welche die Unterlage des Hebels ist. Der Hebel selbst ist eine starke hölzerne Stange LM, an deren Ende in L sich ein eiserner Haken befindet. Diese Stange hat in N, O, P, runde Einschnitte, in deren Höhlung sich die eisernen Stäbe, dergleichen IK ist, genau passen. Ihre Entfernung von einander muß so groß seyn, als die Entfernung der durch die Löcher gesteckten eisernen Stangen. Wenn man diesen Hebel auf die Stange IK als auf eine Unterlage legt, und ihn so hoch in die Höhe hebt, daß diese Stange durch das zweyte loch gesteckt werden kan, und dieses nach und nach fortsetzt, so wird der Hebel samt der zu hebenden Last, endlich um die Höhe der ganzen Hebelade in die Höhe gebracht.

Tab. I. Fig. 2.

§. 19.

b) Zusammengesetzter Hebel.

Dem Hebel wird zugleich die Gestalt des Keils gegeben bey Schwerdtern, Messern und Scheermessern, besonders aber beym **Brecheisen**. Dieses ist ein Hebel, der seine Unterlage bey sich führt, der an dem kurzen Arm die Gestalt eines Keils hat, um Nägel auszureissen, Thüren und Schlösser aufzusprengen, u. s. w Es besteht aber ein Brecheisen aus einer starken eisernen Stange ABCD, welche bey B gebogen ist, in CD einen keilförmigen scharfen Rand mit einem Einschnit bey C hat. Dieses Einschnittes wegen, wird es auch, zumahl wenn es etliche Fuß lang ist, ein **Kuhfuß** genannt. Wird BD horizontal gelegt, so macht AB mit dem Horizont einen Winkel, und A steht in der Höhe. Wird A niedergedrückt; so bewegt sich die Schärfe BCD, samt der darauf liegenden Last, in die Höhe. Und durch den Einschnitt bey E können Nägel und andere hervorragende Dinge gefaßt und in die Höhe gehoben werden. Tab. I. Fig. 1.

Hieher gehört auch die **Kneipzange**, die aus zwey an einem Gewinde befestigten, am kurzen Ende gekrümmten keilförmigen Hebeln zusammengesetzt ist.

§. 20.

Theorie der Waagen.

Wenn B) der Hebel nur zur Bestimmung der Schwere der Körper gebraucht wird;

wird; so erhalten wir dadurch die **gemeinen Waagen und Schnellwaagen.** Wir bemerken hier

a) Den allgemeinen **Begriff** einer Waage. Sie ist ein Instrument, wodurch die Schwere der Körper bestimmt wird.

b) Ihre **Eintheilung.** Weil die Schwere theils in Absicht der Größe des Körpers betrachtet werden kan, welches die besondere Schwere (**grauitas specifica**) heist: theils an sich als die absolute Schwere angesehen wird; so muß es auch zweyerley Waagen geben: aa) solche, welche die besondre, Schwere bestimmen, dieses sind die Hydrostatischen, oder **Wasserwaagen,** deren Theorie nicht in die Mechanik, sondern in die Hydrostatik gehört, bb) solche wodurch die **absolute Schwere** bestimmt wird. Dieses heissen **mechanische Waagen.** Die absolute Schwere kan theils durch eine Feder, theils durch einen Hebel bestimmet werden.

Tab. XIII. Fig. 5. α) Durch ein **Elastrum** wird die absolute Schwere der Körper auf folgende Art bestimmt. An einem eisernen hohlen Cylinder AB ist unten in C ein Haaken, woran man ein beliebiges Gewicht P hängen kan. In E ist eine starke Feder befestigt, an welcher sich eine viereckte Stange DE befindet, welche oben in D mit einem Haaken oder Ring versehen ist, woran das Instrument aufgehängt

hängt werden kan. An dieser Stange sind Striche mit Nummern von 1 bis 20 und mehr Pfund befindlich, dergestalt daß wenn in P ein Pf. angehängt wird, so wird die Stange DE bis Nr. 1. herausgezogen; von 2 Pf. bis 2 u. s. w. Doch sind diese Waagen wegen der sich schwächenden Schnellkraft der Feder nicht accurat. β) Durch einen **Hebel**. Hier wird αα) entweder erfordert, daß die abzuwiegende last dem Gewicht jederzeit gleich sey, welches nicht anders als bey gleichen Armen erfolgen kan. Dieses heissen **gemeine Waagen**. Oder ββ) man kan mit einerley Gewicht, lasten von verschiedener Schwere abwiegen, wozu Arme von ungleicher länge, aber gleicher Schwere, erfordert werden. Dieses heissen **Schnellwaagen**.

§. 21.

Die Schrauben.

Diese werden praktisch mehrentheils an solchen Orten angebracht, wo eine grosse Gewalt in einem kleinen Raum ausgeübt werden soll. Sie haben einen dreyfachen Nutzen, 1) Dienen sie etwas zu befestigen. Dahin gehören die Schrauben an den Französischen und andern Schlössern, die Schrauben in den Uhren und an andern Maschinen, wo eine starke Befestigung in einem kleinen Raum erfolgen soll. Hierher gehört auch der **Schraubenstock**, dessen sich die Schlösser,

Uhrmacher und Mechanici mit grossem Nutzen bedienen. 2) Zum **Druck**. Hierher gehören die Hauspressen zum Pressen der Wäsche, die Spiegelpressen, die Druckerpressen u. d. g. ja selbst die Daumschrauben. Vor allen andern aber ist die **Münzpresse** sehr wichtig. Die kleine Münze bis zu 4 gr. Stücken werden nemlich durch das **Klipwerk** geprägt, das ist, durch einen schweren Hammer, womit man auf das Prägeisen schlägt, in welchem der **Revers** ist (der Theil der Münze, wo das Wapen steht). Unten befindet sich der Prägestock mit dem **Avers** (der Theil der Münze, wo sich das Brustbild befindet). Durch einen solchen Schlag wird die Münze fertig. Allein zu grössern Geldsorten gehört der **Anwurf** (balancier). Dieses ist eine sehr starke Schraube von Stahl CD, welche durch die Schraubenmutter E durchgeht, und im Umdrehen auf den **Sattel** F des Schußeisens GH druckt, an welchem sich in H der obere so wie in I der untere Stempel befindet. Diese Schraube wird durch den Hebel ABC umgedrehet, der gleiche Arme hat, und an dessen beyden Enden in A und B sich grosse Bleykugeln befinden, welche von zwey Personen hin und zurückgestossen werden. 3) Zur Hebung einer Last. Hierher gehören die grossen Schrauben der Zimmerleute, welche sie durch Hülfe einer durch die Spindel gesteckten Stange umdrehen, und dadurch die

Tab. XIII. Fig. 6.

Haupt-

Haupthölzer der obern Etagen, wenn sich ein Gebäude gesenkt hat, in die Höhe heben, Imgleichen die **Schraube** ohne **Ende**, und die mit derselben versehenen Winden. Die Schrauben pflegen von Holz oder Stahl zu seyn. Die hölzernen sind von hartem Holz, als Weißbüchen, Wildbirnbaumholz und dergleichen; und man gebraucht sie zu allen Arten von Pressen, wie die Buchdrucker und dergleichen. Der metallenen bedienen sich die Schlösser, Mechanici, Uhrmacher, und besonders werden sie zu denen Münzen gebraucht.

§. 22.

Der Keil.

Der Keil dienet in der Praxi 1) etwas zu befestigen. Daher treibt man Keile zwischen Hölzer, die scharf angedruckt und dadurch befestigt werden sollen. 2) Etwas zu erheben. Dieses geschieht durch Keile, die nach und nach unter eine Last geschlagen werden. 3) Etwas zu zerspalten oder zu trennen. Diesen treffen wir bey allen schneidenden Sachen, Scheeren, Messern, Degenklingen, Beilen und so weiter an. Besonders bedient man sich der hölzernen Keile, bey Zerspaltung des Holzes, und der **Federkeile** bey Zerspaltung der Felsen. Dieses sind Keile, die zwischen zwey Bleche angeklemmt, und in die Ritzen der Felsen getrieben werden.

§. 23.

Die Räder.

Die Räder können in folgende Klassen gebracht werden: 1) entweder sie verursachen eine Bewegung, oder 2) sie erhalten dieselbe, oder 3) sie vermindern bloß die Reibung, oder 4) sie heben Lasten in die Höhe.

1) Die Räder, so zur Bewegung dienen, thun dieses entweder, indem sie an einer Welle befestigt sind, welche durch ihre Umdrehung mit gedrehet wird; oder durch gewisse an ihrer Peripherie befindliche Hervorragungen, die **Zähne** oder **Kämme** heissen; oder durch ein um die Peripherie gewundenes Seil.

a) Die so an einer Welle befestiget sind, welche durch ihre Umdrehung eine Maschine in Bewegung setzen, werden bewegt, aa) entweder durch die **Schwere** α) des Wassers, und heissen **Wasserräder**, und diese werden αα) bloß durch die Schwere und den Fall des Wassers bewegt, und werden **oberschlächtige** Wasserräder genannt. Oder ββ) durch die Schwere und den Stoß zugleich; diese heissen **unterschlächtige** Wasserräder. β) Der Thiere und Menschen. Dieses sind **Treträder.** bb) Oder durch eine andere von aussen angebrachte Kraft. Dahin gehören die **Haspelräder** an den Panstermühlen.

b) Die

b) Die Räder, welche durchs Eingreifen gewisser Hervorragungen andere bewegen, haben α) entweder die Hervorragungen oder **Zähne** an der Stirne der Peripherie, und diese sind αα) in ihrem Obertheil gerundet. Diese Räder heissen **Stirnräder**. Oder ββ) die Zähne sind spitz und zurück gebogen, **Sperrräder**, welche durch eine **Sperrklinke** gehalten werden. Oder β) die Hervorragungen stehen an der Seite der Peripherie und heissen **Kammen**. Die Räder heissen daher **Kammräder**. Oder γ) sie bestehen aus 2 Scheiben, zwischen welchen sich cylindrische Stöcke befinden. Diese heissen **Trillinge** oder **Getriebe**.

c) Die Räder, welche durch ein um ihre Peripherie geschlungene Schnur andere Räder in Bewegung setzen, heissen **Seilräder**. Sie sind an ihrer Stirne mit einer Vertiefung versehen, in welche sich das Seil einschließt. Gewissermaßen gehören auch hieher die **Trommeln** in den Uhren; dieses sind Walzen, welche durch eine um sie gewundene Kette durch ihre Umdrehung die ganze Maschine bewegen.

Alle diese Arten von Rädern werden in der Praxi fast bey allen Arten von grossen und zusammengesetzten Maschinen gebraucht, bey Mühlen, Krahnen, Uhren u. s. w. Wovon weiter unten genug Proben vorkommen werden.

2) Die-

2) Diejenigen Räder, welche nur zur Erhaltung der Bewegung dienen, heissen **Schwungräder.** Diese sind entweder von Bley oder von Holz, in dessen Felgen Bley eingegossen ist. Sie müssen sehr schwer seyn, weil sie die einmal empfangene Bewegung, ihrer Schwere und Masse wegen, eine Zeitlang fortsetzen müssen. Sie kommen bey allen Maschinen vor, wo die Bewegung gleichförmig erhalten werden muß. 3) Diejenigen Räder, welche bloß die Reibung vermindern, sind die bekannten **Wagenräder.** Sie werden nur gebraucht, lasten mit leichterer Mühe fortzuschieben, und werden daher an Karren und Wagen angebracht. 4) Die Räder, wodurch lasten in die Höhe gehoben werden, sind meist nur in der Hydraulik gebräuchlich, und wenn sie Wasser in die Höhe heben, so heissen sie **Schöpfräder.** Oft werden auch lasten durch Treträder gehoben.

§. 24.

Rollen und Kloben.

Einfache Rollen werden an allen den Orten angebracht, wo etwas zu heben oder zu ziehen ist, um die Reibung der Seile zu mindern. Der Kloben wird hauptsächlich beym Bau gebraucht, Steine und andre lasten in die Höhe zu ziehen. Imgleichen auf den Schiffen. Er kan auch sehr vortheilhaft bey einer last angebracht werden, die horizontal oder auf einer schiefen Fläche, durch einen

nicht

nicht gar zu groſsen Raum bewegt werden sollen. Z. B. Wenn Schiffe über Rollbrücken gezogen werden sollen. Imgleichen wenn grosse Bäume mit den Wurzeln ausgehoben und fortgeschafft werden sollen.

§. 25.

3) Zusammengesetzte Maschinen.

Ausser den Mühlen, Wassermaschinen und Bergwerksmaschinen, welche wir hernach besonders betrachten werden, wollen wir hier nur einige der nützlichsten Maschinen durchgehen, deren 1) einige etwas heben, 2) andere etwas festschlagen, 3) andere etwas präpariren, und 4) noch andere gewisse gleichförmige Bewegungen hervorzubringen dienen, und zum Theil gebraucht werden, die Zeit in gleiche Theile abzutheilen.

§. 26.

1) Haspel, Winde, Krahn.

1) Zum **Heben** braucht man a) eine Welle, die entweder horizontal auf Zapfen liegt, und durch eine Kurbel oder Kreuz gedrehet werden kan, oder auch, wie bey den Göpeln auf Bergwerken, senkrecht steht. Eine horizontale Welle, um welche ein Seil geht, das durch deren Umdrehung aufgewunden wird, heißt ein **Haspel** oder **Winde**. b) Ein Stirnrad, das in eine mit Zähnen versehene Stange greift. Dieses heißt eine

Wagenwinde. Das Stirnrad wird durch eine Kurbel gedrehet. Man versieht das Stirnrad auch oft, die Kraft zu verstärken, mit einer Schraube ohne Ende, an deren Spindel die Kurbel ist. c) Man braucht, schwere Lasten zu heben, auch einen Krahn. Tab. XIII. Fig. 7. Dieser besteht aus einer stehenden Welle AB, die in dem Fußgestelle DC durch Streben gehalten wird. Um diese feststehende Welle bewegt sich die Hülse, mit denen daran befestigten Balken MN, und dem an selbigen festen Schnabel KIM. In I und an den Bändern H, H sind messingene Rollen, über welche ein dickes Tau geht, welches durch die Umdrehung der horizontalen Welle FG aufgewickelt wird. An dieser Welle ist das große Tretrad E, welches durch Menschen getrieben wird. Der über FHI gehende Strick ist in P befestigt und geht bey O über einen beweglichen Kloben, an welchem die aufzuziehende last befestigt wird.

§. 27.

2) Der Rammel.

Pfähle in die Erde einzuschlagen, bedient man sich des **Rammels.** Dieser ist von zweyerley Art, einige sind Hammer Rammeln, wo ein schwerer Hammer durch eine mit Daumen versehene Welle gehoben wird. In anderen wird der Rammel in die Höhe gezogen, und schlägt, indem er herunter fällt, durch

durch seine mit dem Fall vermehrte Schwere, die Pfähle ein. S. J. W. Haasens Beschreibung von 7 Arten Ramm-Maschinen, Berk. 1771.

§. 28.

3) Weberstühle. Drehbänke.

Zur dritten Klasse von Maschinen, wodurch etwas zubereitet wird, gehören hauptsächlich die **Weberstühle, Bandmaschinen** u. dgl. In allen diesen Maschinen werden Fäden von Baumwolle, Seide, Zwirn und Garn so mit einander verbunden, daß daraus Kattun, Stoffe, Bänder und leinewand wird. Sie bestehen aus Stühlen, oder einem Gestelle, mit Walzen oder Bäumen, einem Kamm, der durch Tritte regiert wird, einer Stellruthe und Schützen oder Schiff. Auf den **Spinnrädern** wird die Wolle und Flachs gesponnen. Diese werden durch ein Seilrad mit einer Schnur, durch treten und drehen bewegt. Die **Drehbänke** der Drechsler werden durch eine Schnur, die über das abzudrehende Holz geschlungen, oben an der mit einer Feder versehenen **Wippe** und unten am **Tritt** befestigt ist, bewegt. Man hat auch **Figurirbänke** vor Kunstdreher mit einem Seilrade.

§. 29.

4) Bratenwender. Uhren.

Zur vierten Klasse gehören die mit einem Gewicht oder Feder versehene Braten-

wender, die durch ein Schwungrad oder Perpendikel eine gleichmäßige Umdrehung des Bratspiesses hervorbringen. Hauptsächlich aber gehören hierher die Uhren. Diese werden entweder durch die Schwere, oder durch eine elastische Stahlfeder bewegt. Zur ersten Klasse gehören die **Wasseruhren** und die **Pendeluhren.** Zur letzten die **Tafeluhren** und **Taschenuhren.** Die Taschenuhren und Tafeluhren, sind wieder mit oder ohne Schlagwerk. Wir wollen zur Probe nur die Beschaffenheit einer einfachen Taschenuhr untersuchen. Die ganze Uhr wird in zwey Theile getheilt, 1) in die Uhr selbst, M, 2) in das **Vorlegewerk**, N. In der Uhr selbst ist die Feder an der durch die Trommel gehenden Welle und an der Trommel A selbst von aussen befestigt, und drehet dieselbe durch ihre Entwickelung um. Die Kette die mit einem Ende an der Trommel befestigt ist, geht 6 mal um die Trommel, und diese drehet sich in 4 Stunden einmal um. Daher wickelt sich die Kette in 24 Stunden ganz um die Trommel. Das andere Ende der Kette ist an dem **Schneckenkegel** B befestigt, welcher oben, wo die Kette zuerst sich abwickelt, enger, unten aber weiter wird, und in dessen vertieften Gängen die Kette einschließt. Unten am Schneckenkegel befindet sich ein Sperrad, in dessen Zähne eine Klinke eingreift, die sich am **Schneckenra-**

Tab. XIV. Fig. I.

de

de befindet, welches unter dem Kegel liegt. Dieses hat 48 Zähne, und greift in das 12zähnigte Getriebe C des groſsen Bodenrades von 54 Zähnen. Dieses greift in das 12zähnigte Getrieb des kleinen Bodenrades D von 48 Zähnen. Dieses bewegt das 6zähnigte Getrieb des Kronenrades E von 45 Zähnen. Es ist dieses ein Kammrad, und greift in das horizontal liegende Getriebe F des Steigerades von 15 Zähnen. Die Zähne dieses Rades greifen wechselsweise in die 2 lappen G der Spindel, an welcher die Unruhe H befestigt ist. Diese wird durch die Schnellkraft einer stählernen Haarfeder, die durch einen Rechen mehr oder weniger gespannt werden kann, auf eben die Weise in gleichförmiger Bewegung erhalten, wie der Perpendikel an den Pendeluhren von der Schwere.

An der Welle des groſsen Bodenrades C, welche durch das Vorlegewerk durchgeht, sitzt von aussen auf dem Zifferblatt der groſse Minutenweiser P. An dessen Welle ist das Getriebe von 12 Stäben 1 befestigt, welches in das Stirnrad K von 36 Zähnen greift. An dessen Welle befindet sich ein Getriebe von 10 Stäben, so in das 40zähnigte Rad (Stundenrad) L eingreift, an dessen dicken Welle der kleine Weiser befestigt ist.

Es können daher die Zeiten der Umdrehung beyder Weiser leicht berechnet werden.

Wenn

Wenn sich der Schneckenkegel aller 4 Stunden einmal umdreht, so drehet sich das 48zähnigte Schneckenrad zugleich. Dieses greift in ein Getriebe von 12 Stäben. Man divi-dire daher 48 durch 12, so zeigt der Quotient 4 an, daß das Getriebe in 4 Stunden sich viermal, das ist in einer Stunde einmal, um-drehe. An der Welle dieses Getriebes ist das große Bodenrad, und an dessen Welle der große oder Minutenweiser befestigt. Es dreht sich daher dieser alle Stunden einmal um. Nun ist an eben dieser Welle im Vorlege-werk ein 12zähnigtes Stirnrad I befestigt, die-ses drehet sich daher auch in einer Stunde einmal um. Dieses greift in ein Rad von 36 Zähnen; und das an dessen Welle befestigte Getriebe von 10 Stäben in das 40zähnigte Rad. Man dividire also 36 durch 12, und 40 durch 10 (§. 63 Mech. Wolf.) und multi-plicire die herauskommenden Quotienten 3 und 4 durch einander, so zeigt das Product 12 an, daß das Rad I sich 12mal her-um drehe, ehe L sich einmal drehet. Das heißt, L kommt in 12 Stunden einmal herum. An der Welle dieses Rades aber ist der kleine oder Stundenweiser befestigt. Daher bewegt sich dieser in 12 Stunden einmal um die ganze Stundenscheibe herum.

Erste Gründe

der

Mühlenbaukunst.

§. 1.

Einleitung.

Wir müssen hier 1) einen allgemeinen Begriff der Mühlen geben, 2) die Mühlen in ihre verschiedne Klassen theilen, 3) die allgemeine Einrichtung aller Mühlen hinzufügen, wozu die Theorie des in den Mühlen vorkommenden Räderwerks gehört; und endlich 4) die besondere Arten der Mühlen erklären.

§. 2.

1) Begriff der Mühlen überhaupt.

Mühlen sind solche Maschinen, worin durch angebrachte Räder und Getriebe, eine umdrehende Bewegung erhalten wird, durch welche gewisse Materien leichter präparirt werden.

Anmerkung.

Durch alle Mühlen werden gewisse Materien, Korn, Pulver, Papier, Pfeffer u. s. w. präparirt. Dadurch unterscheidet man eine Mühle von einem Krahn, oder anderen auch aus Rädern zusammengesetzten Maschinen. Daß aber ferner hierzu Räder und eine umdrehende Bewegung erfordert werde, sieht man daraus leicht ein, weil

man

man Materien auch ohne Mühlen präpariren kan. Z. E. der Pfeffer kan sowohl gestossen, als auf einer Handmühle gemahlen werden.

§. 3.

2) Allgemeine Eintheilung der Mühlen.

Alle Mühlen können auf eine doppelte Art betrachtet werden; entweder sieht man auf den Trieb, wodurch sie in Bewegung gesetzt werden, oder auf ihren Nutzen und Absicht. Man pflegt sich hauptsächlich dreyer Kräfte zu bedienen, um die Mühlen in Bewegung zu setzen. Man bedienet sich dazu entweder des **Wassers**, oder der **Luft**, oder der **Thiere** und **Menschen**. Denn ob man auch gleich das Feuer zur Bewegung brauchen kan, und auch wirklich braucht, so geschiehet dieses doch mehr bey andern Maschinen, als bey Mühlen. Man kan daher alle Mühlen in **Wassermühlen**, **Windmühlen** und **Thiermühlen** eintheilen. Der Absicht nach aber kan man die Mühlen in fünf Klassen theilen, nachdem in denselben etwas zerrieben, zerstossen, zerschnitten, gebohrt oder glatt gemacht wird.

Daraus erwächst folgende Tabelle.

Die Mühlen werden eingetheilt:

1) Dem Triebe nach, und sind

a) Wassermühlen, und zwar

aa) perpendikulare

α) Ober-

α) Oberschlächtige.
β) Unterschlächtige:
αα) Pfahlmühlen:
1) Stabermühlen,
2) Straubmühlen,
3) Panstermühlen.
ββ) Schiffmühlen.
bb) Horizontale.
b) **Windmühlen.**
aa) Hölzerne,
α) Ganz bewegliche,
β) Im Dach bewegliche.
bb) Steinerne nur im Dach bewegliche.
c) **Thiermühlen.**
aa) Standhafte.
α) Mit dem Vecte.
β) Mit dem Tretrade, dieses steht
αα) schief,
ββ) perpendikular.
bb) Bewegliche.
α) Mit einem Vecte, die auf Wagen stehen,
β) Mit einer Kurbel, welches Handmühlen sind.
αα) Große mit einem Vorgelege, die werden beweglich
א) durch eine Kurbel,
ב) durch einen Schwengel.
ββ) Kleine, wo die Kurbel unmittelbar an der Welle des Mühlsteins sitzt.

2) Der Absicht nach

wird a) Entweder etwas zerrieben, zerschroten und gemahlen, welches geschieht
- aa) in den Mehlmühlen,
- bb) Graupenmühlen,
- cc) Schrotmühlen,
- dd) Gewürzmühlen,
- ee) Caffeemühlen.

b) Oder es wird etwas gestampft und gestossen.
- aa) Durch Stämpfer, als
  - α) Oelmühlen,
  - β) Pulvermühlen,
  - γ) Lohmühlen.
- bb) Durch Hämmer,
  - α) Walkmühlen,
  - β) Papiermühlen.

c) Zerschnitten.
- α) Schneide- oder Sägemühlen,
- β) Steinschneidemühlen,
- γ) Heckerlingsmühlen.

d) Gebohrt.
Bohrmühlen.

e) Glatt gemacht.
- α) Schleifmühlen,
- β) Poliermühlen.

§. 4.

3) Allgemeine Einrichtung der Mühlen.

Hier haben wir a) die Theile der Mühle überhaupt zu betrachten, sie mögen dem

dem Triebe und dem Gebrauch nach so verschieden seyn, wie sie wollen. b) insbesondere die Theorie der in der Mühle vorkommenden Räder vorzutragen.

§. 5.

a) Einrichtung derer Mühlen überhaupt.

In jeder Mühle ist eine Welle BC, an welcher entweder ein Wasserrad, oder Windflügel, oder ein Tretrad u. d. gl. befindlich ist. An dieser Welle ist entweder unmittelbar ein Kammrad D, welches in ein Getriebe E greift, welches sich horizontal umdreht, oder es ist ein Stirnrad an derselben befindlich, welches in ein Getriebe eingreift, das nebst der daran befindlichen Welle dadurch umgedrehet wird. Ein dergleichen besonderes Getriebe, mit dem dazu gehörigen Stirnrade, heisset ein **Vorgelege**. So ist A das Wasserrad; an dessen Welle BC befindet sich das Stirnrad D, welches zu beiden Seiten in E und E in 2 Getriebe greift, an deren Wellen sich erst die Kammräder F, F, befinden, die in die Getriebe des Mühlsteins G und G eingreifen. Ein dergleichen Vorgelege wird entweder deswegen angelegt, damit die Bewegung des Mühlsteins beschleunigt werde, oder damit man zwei Gänge mit Einer Kraft treiben könne. Oft werden dadurch auch wol 3 Getriebe bewegt, wie in den Papiermühlen.

Tab. I. Fig. 2.

Tab. II. Fig. 2.

§. 6.

b) Räder in der Mühle.

Die Räder in der Mühle dienen theils, die bewegende Kraft bequem anzubringen. Dieses sind die **Wasserräder** und **Treiräder**. Theils, die Bewegung nach der besondern Einrichtung der Mühle zu modificiren. Dieses geschieht durch Stirnräder, Kammräder und Getriebe.

§. 7.

Oberschlächtige Räder.

Oberschlächtige Räder sind solche Räder, in welchen das Wasser von obenher in Sackschaufeln fällt, und durch seine Schwere die Umdrehung des Rades verursacht. Die Zeichnung derselben ist folgende. Mit dem gegebenen Radio h c wird ein Cirkel beschrieben. Die Höhe der Felgen h i wird in drey gleiche Theile getheilt, so daß b i $\frac{1}{3}$ der Höhe ist. Aus c wird durch b mit dem Radio b c ein Cirkel gezogen, und aus b gegen a und e die Weite zweyer Schaufeln gelegt, so daß ae die Distanz zweyer Schaufeln sey. Durch a und e wird endlich die gerade Linie f g gezogen, wovon der Theil f a die schiefe Schaufel vorstellt. Unter a wird auf a f die Linie a k perpendikulair aufgerichtet, und dieses geschieht in allen Theilungspunkten. Sind die

Tab. I. Fig. 3.

ober=

oberschlächtigten Räder sehr niedrig und dabey breit, so heissen sie **Walzenräder.**

§. 8.

Unterschlächtige Mühlräder.

Dieses sind solche Räder, welche das Wasser durch einen unterwärts geschehenen Stoß beweget. Sie werden in 3 Klassen getheilt, in Staberräder, Straubräder und Pansterräder. Die **Staberräder** bestehen aus zwei Kränzen, zwischen welchen die geraden Schaufeln a b eingezapft sind. Die **Straubräder** aber, dergleichen A ist, bestehen nur aus einem Kranz c o, auf dessen Stirne die breiten Schaufeln a b befestigt sind. **Pansterräder** haben wie die Staberräder gerade Schaufeln zwischen zwei Kränzen, sind aber wol noch einmal so breit, und üben daher eine grössere Gewalt aus, treiben gemeiniglich zwey Gänge, und werden nur in grösseren Strömen gebraucht, wie A. Fig. I. Tab. II. Die Schaufeln sind gemeiniglich noch in der Mitte besonders an einander befestigt.

Tab. I. Fig. 7. Tab. I. Fig. 8.

§. 9.

Stirnräder, Kammräder, und Getriebe.

Hier ist einmahl die Gestalt der Zähne beym Stirnrade, und zweytens die Eintheilung des Rades zu bestimmen. Die Gestalt der Zähne ist folgende. Man beschreibt mit der Breite oder Dicke des Zahns a b ein

Tab. I. Fig. 4.

Quadrat a b e d. Die obere Seite a b wird in c in zwei gleiche Theile getheilt, und mit der Hälfte a c aus c der halbe Cirkel a f b beschrieben, welcher die obere Rundung des Zahnes ausmacht. Es verhält sich daher die Höhe des Zahnes f g zur Breite a b wie 3 : 2. Haben aber die Getriebe, in welche die Stirnräder greifen, wenig Stöcke, so wird die Figur der Zähne gemeiniglich etwas spitzer gemacht. Und hierzu kan folgende Bestimmung dienen. Man beschreibt, wie vorhin, mit der Breite des Zahnes a b das Quadrat a b e d. Aus b beschreibt man mit a b den Bogen a h, imgleichen aus a mit b a den Bogen h b, so daß sich beide in h durchschneiden. Der Bogen a h wird in f, imgleichen h b in g in zwey gleiche Theile getheilt, und die Punkte b und f, imgleichen a und g durch die zwey gerade Linien b f und a g zusammengezogen. Beyde durchschneiden sich in c. Aus c beschreibt man mit c f = c g den Bogen f g. Dadurch wird die Rundung des Zahns a f g b bestimmt.

Tab. I. Fig. 5.

Die Eintheilung des Rades nebst der Bestimmung der Zähne ist folgende: Mit dem Radio des Rades c a wird der Cirkel c a b p k a beschrieben. Diesen theilt man in so viel Theile, als das Rad Zähne bekommen soll, a, b, r, p, u. s. w. Durch diese Punkte und das Centrum ziehet man die Radii a c, b c, u. s. w. welche die Axen der Zähne sind.

Tab. I. Fig. 6.

sind. Die Distanz a b wird in d, e, f, g, h, i. in sieben gleiche Theile getheilt, und deren drey aus a in m getragen. Mit dem Radio m c wird der Zirkel c m n q o beschrieben, und dadurch die Höhe aller Zähne bestimmt. Aus a wird $1\frac{1}{2}$ von diesen sieben Theilen, in k und l gelegt, und hierauf durch k und c imgleichen durch l und c die Linien k o und l n gezogen. Mit a k wird der halbe Cirkel k l beschrieben, und dieses geschiehet bey allen übrigen Theilungspunkten in b, r, u. s. w.

Die Uhrmacher verrichten diese Eintheilung mit der Theilscheibe, die Müller aber mit dem Radecirkel.

Eben auf diese Art werden die Getriebe verfertigt, welche entweder würkliche Stirnräder sind mit wenig Zähnen, oder es sind Stöcke, welche zwischen zwey Scheiben eingeschlagen werden. Die Zähne sowohl als die Stöcke des Getriebes, bekommen eben die Theilungsweiten, wie die Zähne des Stirnrades, welche in das Getriebe eingreifen. Es werden daher die Dicken der Zähne des Getriebes auch $\frac{3}{7}$ von der Distanz der Axen. Sind aber Stöcke in dem Getriebe, so wird die Dicke derselben $3\frac{1}{2}$ solcher Siebentheile.

Bey den Kammrädern ist nichts besonders zu bemerken, als daß ihre Zähne oder Kammen mit der Axe des Rades parallel laufen, und sonst eben wie bey den Stirnrädern gestaltet sind. Hat das Kammrad

nicht viel Zähne, so werden die Zähne unten nicht viereckt, sondern cylindrisch gemacht, und endigen sich oben in eine halbe Kugel. Man nimmt daher bey Zeichnung derselben $1\frac{1}{2}$ Siebentheil von der Distanz der Axen der Zähne, und trägt es von der Axe c r in u und v, so das v u $\frac{3}{7}$ ist. Hierauf trägt man $\frac{3}{7}$ aus r in z und macht das Quadrat w u v x. Mit dem Radio = $1\frac{1}{2}$ beschreibt man aus y als der Hälfte von z r den Cirkel, welcher die obere Rundung des Zahns vorstellt.

Tab. I. Fig. 6.

§. 10.

Wie man die Anzahl der Zähne und den Radium bestimmen kann.

Soll aus der gegebenen Anzahl der Zähne der Radius oder aus dem Radio die Anzahl der Zähne gefunden werden: so sehe man das Rad als ein Vieleck an, in welchem aus der gegebenen Seite der Radius gefunden werden soll. Man kann dieses auf verschiedene Art berechnen, am leichtesten aber geschieht es durch folgende Tabelle, in welcher man annimmt, die Seite des Vielecks sey allezeit in 1000 Theile getheilt, und in solchen 1000 Theilen sey der Radius bestimmt. Durch Hülfe dieser oder einer ähnlichen Tabelle kann auch die Theilungsweite der Zähne bestimmt werden, weil man diese Theilungsweite als die Seite des Vielecks ansieht, und die Seite aus dem gegebenen oder schon gefundenen Radio nach der Regel de Tri berechnet.

Tafel der Halbmesser,

wenn die Seite des Vielecks 1000 Theile hat.

Vieleck	Halbmesser	Vieleck	Halbmesser	Vileck	Halbmesser	Vieleck	Halbmesser
—	—	26	4152	51	8151	76	12108
—	—	27	4307	52	8309	77	12282
3	577	28	4474	53	8431	78	12459
4	707	29	4630	54	8599	79	12550
5	851	30	4783	55	8774	80	12740
6	1000	31	4948	56	8911	81	12927
7	1152	32	5109	57	9097	82	13124
8	1307	33	5262	58	9267	83	13225
9	1462	34	5430	59	9397	84	13432
10	1618	35	5570	60	9554	85	13537
11	1775	36	5737	61	9715	86	13754
12	1932	37	5894	62	9883	87	13864
13	2091	38	6059	63	10052	88	14092
14	2251	39	6212	64	10240	89	14208
15	2405	40	6373	65	10421	90	14327
16	2563	41	6540	66	10550	91	14570
17	2722	42	6694	67	10680	92	14694
18	2879	43	6854	68	10815	93	14821
19	3040	44	7022	69	11021	94	14949
20	3196	45	7168	70	11174	95	15074
21	3357	46	7351	71	11312	96	15350
22	3504	47	7513	72	11463	97	15488
23	3676	48	7644	73	11618	98	15574
24	3832	49.	7818	74	11779	99	15773
25	3989	50	7963	75	11940	100	15918

Der Gebrauch dieser Tabelle ist folgender. 1) Wenn die Anzahl der Zähne, imgleichen die Theilungsweite derselben gege-

ben wird, so schließt man: wie sich 1000 verhält zu der gegebenen Theilungsweite, so verhält sich der in der Tabelle befindliche Radius zu dem gesuchten Radio. Z. E. es soll ein Rad 50 Zähne haben, zu 4 Zoll Theilungsweite; so sagt man: wie 1000 zu 4 Zoll, so verhält sich der neben 50 stehende Radius 7960 zum gesuchten Radio.

1000 : 4″ = 7960 : Rad.

4

31840

I II III IV V

Dieses dividirt durch 1000 gibt 3 1 8 4 0 oder 3′ 1″ 8‴ weil man die kleinen Zahlen sicher weglassen kann. Ist aber 2) der Radius gegeben, und es soll die Theilungsweite bestimmt werden, so schließt man: wie sich der in der Tabelle angegebene Radius verhält zu dem in Schuhen und Zollen angegebenen Radio, so verhält sich 1000 zur gesuchten Theilungsweite. Z. E. in dem vorigen Falle soll die Theilungsweite in einem 50zähnigen Rade bestimmt werden, dessen Radius ist

I II III IV V

3 1 8 4 0. Wir schliessen:

7960 : 31840^{v} = 1000

1000

31840000^{v}

Dieses dividirt durch 7960 gibt zum Quotienten 4000^{v}, das heist 4 Zoll.

§. 11

§. 11.

4) Mühlen insbesondere.

Hier kommen 1) die Mühlen dem Triebe nach vor, und zwar a) die Wassermühlen, b) die Windmühlen, c) die Thier- und Handmühlen. 2) Die Mühlen dem Gebrauch nach.

1) Mühlen dem Triebe nach.

a) Wassermühlen.

§. 24.

Oberschlächtige Mühlen.

Dieses sind solche Mühlen, deren Wasserrad ein oberschlächtiges Rad ist. Bei ihrer Construction ist dreierlei zu bemerken. 1) Die Bestimmung der Höhe des Rades. 2) Die Bestimmung, wie viel Wasser zur gegebenen Grösse eines Rades erfordert wird. 3) Die Verhältnis der Räder und Getriebe. Die Höhe des Rades wird gefunden, wenn man von dem ganzen Gefälle abzieht 1) das Gefälle des Mühlgrabens, (oder die Räusche,) von der Wehr an bis zum Wasserbette, welches gemeiniglich einen Zoll auf 100 Fuß beträgt. 2) Die Höhe des Wassers auf dem Mühlenbette. 3) Das Gefälle des Wasserbettes selbst. 4) Die Dicke des Bodens und Wasserbettes samt dem Freihangen des Rades. 5) Das Gefälle des

Was-

Wassers unter der Mühle. **Bei der Menge des Wassers** bemerken wir überhaupt, daß sie desto mehr abnehme, je grösser das Rad ist; weil das Rad als ein Hebel angesehen werden kan, wo die Kraft desto geringer ist, je länger der lange Arm desselben ist. Die Erfahrung lehrt, daß die Höhe des Rades mit der Menge des auf einmahl herabfallenden Wassers folgende sey.

Höhe des Rades 6′	Aufschl. Wass. 240 Quadr. Zoll
″ ″ ″ 8	″ ″ 180 ″ ″
″ ″ ″ 10	″ ″ 144 ″ ″
″ ″ ″ 12	″ ″ 120 ″ ″
″ ″ ″ 14	″ ″ fast 103 ″ ″
″ ″ ″ 16	″ ″ 90 ″ ″

Da die Menge des Wassers abnimmt, je höher das Rad ist; so ist sie der Höhe des Rades umgekehrt proportionirt, folglich läßt sich die Menge des Wassers zu jeder Höhe des Rades, aus dieser Tabelle nach folgender Regel bestimmen: Wie die gegebene Höhe des Rades zur Höhe des Rades in der Tabelle; so verhält sich das in der Tabelle bestimmte Aufschlagewasser zu der gesuchten Quantität des Wassers. Z. E. es soll das Aufschlagewasser für ein Rad von 9 Ellen oder 18 Schuh berechnet werden. So schließt man 18′ : 6′ = 240 : gesuchten Wasser.

6

1440. Dieses durch 18 dividirt

vidirt giebt 80 Zoll Auffschlagewasser. Daraus bestimmt man die Breite des Gerinnes, indem man für die Höhe des Wassers in dem Gerinne 6″ annimmt und 80 als den Quadrat-Inhalt des Durchschnitts dadurch dividirt

$$\begin{array}{r|l} 22 & \\ 80 & 12\frac{1}{3}'' \\ 66 & \end{array}$$

$12\frac{1}{3}''$ Weite des Gerinnes. Die Verhältnis der Räder und Getriebe kann leicht bestimmt werden, wenn man weiß, wie oftmahl der Mühlstein herumlaufen soll, ehe das Wasserrad einmahl herum kommt. Für welche Umdrehung einige (z. E. **Beier** in Theatr. Mach. molar. p 233.) 10mahl angeben, so aber ohnstreitig zu wenig ist. Man kann daher dem Kammrad 72 Zähne zu vier auch fünftehalb Zoll Theilungsweite geben, und dieses in ein Getriebe von 6 Stecken greifen lassen. Bei geringerem Auffschlagewasser geben einige dem Kammrad mehr Zähne, damit es samt dem Wasserrad langsamer gehe, und dadurch verursache, daß das Wasser besser in die Sackschaufeln fallen kann; da sonst bei gar zu schneller Bewegung des Wasserrades nicht alles Wasser Zeit hat, in die unter dem Gerinne liegende Schaufel zufallen.

§. 13.

Unterschlächtige Mühlen überhaupt.

Da die Gewalt des Wassers in kleinen Strömen nicht hinreichend seyn würde, ein

Wasser-

Wasserrad umzudrehen, so muß dieselbe durch den Fall vermehrt werden. Zu dem Ende aber ist es nöthig, daß es erst steige. Und dieses kann nicht anders geschehen, als indem es gedämmet oder gestauet wird. Es geschiehet dieses durch ein eigenes quer über den Fluß gelegtes Gebäude, welches das **Grundwerk** genannt wird. Bei diesem Grundwerk kommt vor 1) der **Heerd**, welcher das Wasser aufzuhalten angelegt wird. Dieser besteht in sehr starken Pfählen, die quer über den Strom 4 Ellen weit von einander eingeschlagen werden.

Tab. III. Fig. 1. Ueber diese Pfähle wird der **Fachbaum B** gelegt, welcher um einen Zoll höher, der Wage nach gelegt werden darf, als der vor demselben in der Entfernung von etlichen Schuhen eingeschlagene **Mahl-** oder **Sicherpfahl A**, dessen Höhe von der Obrigkeit des Orts bestimmt werden muß. Dieser Zoll pflegt der Erb, Nehr, oder Zehrzoll genannt zu werden. Vor dem Sicherpfahl werden vier Reihen Pfähle, in C, D, E, F eingeschlagen, deren die erste in C neun Zoll tiefer stehen als der Sicherpfahl, die zweite D wieder 9 Zoll, so daß die letzte Reihe in F $1\frac{1}{2}$ Ellen tiefer steht, als der Sicherpfahl. Dieses geschieht, damit sich der Sand besser zwischeneinsetzen, und das unterwaschen besser verhütet werden könne. Zwischen die Pfähle, worauf der Fachbaum liegt, werden noch andere Pfähle eingestossen, und in H, I, K, dergestalt gestellt,

stellt, daß sie mit denen vorigen genau einen rechten Winkel machen, über welche die Jochstücke LG gelegt werden, welche den Fachbaum befestigen, daß er dem Druck des andringenden Wassers widerstehen kann. Quer vor dem Fachbaume kommt eine Reihe Pfähle M, die dicht an einander eingeschlagen sind, und eine gute Strecke in die Ufer getrieben werden. Ueber den Fachbaum kommt 2) das **Grieswerk**, dieses besteht aus den Griessäulen NB, die so weit von einander stehen, als das Gerinne breit seyn soll. Zwischen diesen sind die Schuzbretter in Falzen befindlich, welche vorgesetzt und ausgenommen werden, nachdem das Wasser zufliessen oder abgehalten werden soll. Hierauf folgt 3) das **Gerinne**, oder das planum inclinatum BG, über welches das Wasser herab an das Mühlrad fallen muß. Hinter dem Grieswerk werden die Pfähle P eingeschlagen, und über dieselben die Plattstücken oder sogenannte Weidebänke QP gelegt, wodurch das Grieswerk befestiget wird. Dasjenige Gerinne, welches das Wasser auf die Mühlräder bringt, heist **Mahlgerinne**, die Oeffnung aber, wodurch das Wasser vorbeyfliessen kann, ohne auf die Mühlräder zu kommen, heißt das **Wüstengerinne**, oder **Freilauf**. Diese Gerinne werden in einigen Nebenstücken geändert, nachdem das Mühlrad ein Staberrad, Straubrad oder Panstterrad ist; und sie bekommen davon auch die

Na-

Namen, Stabergerinne, Straubgerinne, und Panstergerinne.

§. 14.

Stabermühlen.

Diese haben ihren Namen von dem Wasserrade, welches ein Staberrad, und dessen Welle unveränderlich ist. Die Schaufeln desselben sind ohngefehr 20 Zoll weit auseinander, es wird bey einem Gefälle von 2 Schuh angebracht, und erfordert, wenn es ein rechtes Mahlgeschirre treiben soll, wenigstens 1800 Zoll Aufschlagewasser. Die Höhe des Wasserrades ist von 12 bis 18 Schuh. Die Breite 4 Schuh. Das Kammrad, Getriebe und Mühlstein, sind wie bey denen oberschlächtigen Mühlen. Doch pflegt das Kammrad sich nach der Höhe des Rades zu richten. Weil ein hohes Rad langsamer umläuft, so muß das dazu gehörige Kammrad mehr Zähne bekommen; dergestalt, daß man bey einem 16schuhigen Rade dem Kammrade 72 Zähne giebt, und darauf die übrigen nach der Regel De Tri sucht, indem man schließt: wie 16 zu 72, so die gegebene Höhe des Wasserrades zu der gesuchten Anzahl der Zähne.

§. 15.

Straubmühlen.

Auch diese bekommen ihren Namen von dem Wasserrade, welches ein Straubrad ist. Diese Räder erfordern wenigstens 3 bis

bis 4 Fuß Gefälle und 650 Zoll Aufschlagewasser. Die Höhe des Rades ist gemeiniglich 12 Schuh oder etwas drüber. Das dazu gehörige Kammrad, pflegt 80 Zähne zu $3\frac{3}{4}$ Zoll Theilungsweite zu erhalten, und der Mühlstein geht 1 zmahl und etwas drüber herum, ehe das Wasserrad einmahl herumkommt. Nach dieser Einrichtung thun sie mit denen Stabermühlen einerley Dienste.

§. 16.

Panstermühlen.

In grossen Strömen, deren Höhe veränderlich ist, und wo das Wasser in kurzer Zeit merklich steigt und fällt, können die bisherigen Mühlen fast gar nicht gebraucht werden. Denn da das Mühlrad nicht tief im Wasser stehen darf, so würde es bey stark anwachsendem Wasser, an seiner Bewegung gehindert werden. Bey fallendem Wasser aber würde es die Oberfläche des Wassers gar nicht berühren. Man ist daher genöthigt, die Wasserräder so einzurichten, daß das Rad samt der Welle in die Höhe gehoben und wieder herunter gelassen werden kan, nachdem das Wasser hoch oder niedrig steht. Ein solches Werk, wodurch das Wasserrad gehoben werden kan, heist ein Pansterwerk, und das Wasserrad selbst ein Pansterrad. (§. 8.) Weil die Pansterräder noch einmahl so breit sind, als die Staberräder, so erfordern sie wol Tab. II. Fig. 1.

noch einmahl so viel Auffschlagewasser, und können daher auch mehr Gewalt ausüben. Sie bekommen zu dem Ende auch ein Vorgelege, und werden zwey Gänge dadurch getrieben. Es befindet sich nemlich an der Welle BC des Pansterrades A ein Stirnrad D, welches zu beiden Seiten in die Getriebe E eingreift. An der Welle eines jeden von diesen Getrieben ist das Kammrad F, welches in das Getriebe G eingreift, an dessen Welle HI der Mühlstein K fest ist. Dieser geht 12 mahl herum, ehe das Wasserrad einmahl herumkommt. Daher bekommt das Stirnrad 60 Zähne, das Getriebe worin es greift 20 Stöcke, das Kammrad 28 Zähne, und das Mühlsteinsgetriebe 7 Stöcke; wenn das Wasserrad 14 Fuß hoch ist. Die Anzahl der Zähne in den Rädern und der Stöcke für die Getriebe, in anderen Fällen kan leicht berechnet werden, wenn man vorher berechnet hat, wie oft der Mühlstein herumlauft, welches man aus der Höhe des Wasserrades durch die Regel De Tri leicht bestimmen kan. (§. 14.)

Damit nun die Wasserräder auf und nieder gelassen werden können, so liegen die Zapfen der Welle des Wasserrades auf Zargen in C und B, welche zwischen zwei Säulen in Falzen auf und nieder gehen und an Ketten hangen, so Pansterketten heissen. Diese Ketten CR und BQ gehen um die Welle

Tab. II. Fig. I.

QR,

QR, so die **Pansterwelle** auch **Ziehwelle** heist, an welcher sich ein Stirnrad P befindet, so gemeiniglich 10 Fuß im Diameter hat, dieses heist das **Ausziehstirnrad**, und hat 80 Zähne. Dieses Stirnrad greift in das Getriebe O von 6 Stöcken, so der **Kumpf** heist. An dessen Welle LM, welche daher die **Kumpfwelle** genannt wird, ist das Haspelrad N, von 36 Sprossen, welches umgedrehet wird. Dadurch drehet sich der Kumpf mit dem Stirnrade um, die Pansterketten wickeln sich auf die Welle, und das Wasserrad wird in die Höhe gezogen. Damit nun bei Erhebung der Hauptwelle BC und des daran befindlichen Stirnrades, dieses nicht von dem Getriebe zuweit abgebracht werde, sondern in dasselbe gehörig eingreifen könne, so hat auch die Welle des grossen Getriebes bewegliche Unterlagen. Dabei muß die Einrichtung der ganzen Mühle so gemacht werden, daß bey Verrückung der Getriebe, diese mit dem Stirnrade keinen widrigen Stand machen, weil sonst dadurch die Reibung vergrössert, und die Stöcke leicht ausgebrochen werden können.

Da diese Mühlen nur in grösseren Strömen angelegt werden, wo Wasser genug ist, und also mehrere Räder getrieben werden können; so legt man deren gemeiniglich 3 bis 4 in einem Gerinne an, doch so, daß das Gerinne vor jedem Rade einiges Gefälle bekomme.

§. 17.

Schiffmühlen.

Diese Mühlen werden in so grossen Strömen angelegt, welche sich gar nicht stauen, noch ihr Wasser in ein enges Gerinne pressen lassen. Sie haben über dieses den Vortheil, daß sie beweglich sind, und sich daher bequem von einem Ort zum anderen bringen lassen. Tab. II. Fig. 2. Sie werden auf zwey an einander befestigte Schiffe gelegt, die man gut vor Anker legen, und mit starken Stricken am lande wohl befestigen muß. Das erste Schiff heißt das **Wellschiff** C, weil auf demselben die Welle des Wasserrades ruhet. Das zweite das **Hausschiff**, weil sich auf demselben das Gebäude der Mühle befindet. Beyde Schiffe sind durch zwey starke Balken a a und b b an einander befestigt, und zwischen beyden befindet sich das unterschlächtige Wasserrad A. Dieses weicht von der Structur der Staber und Straubräder ab, und ist Tab. II. Fig. 3. auf folgende Art gemacht. An der Welle C befinden sich 12 Arme CA, an deren Ende die Schaufel AB eingesetzt ist. Diese ist 9 Ellen lang und eine Elle breit. Und da vier Reihen solcher Arme der Länge der Welle nach sind, so ist jede Schaufel an 4 Arme befestigt, und jede Schaufel ist mit der nächsten durch Spriegelstöcke verknüpft. Vor dem Wasserrade befindet sich das Schutzgatter c c, wodurch das Wasser einigermassen aufge-

aufgehalten werden kann. Die übrige Einrichtung der Mühle ist folgende. An der Welle BC des Wasserrades A, befindet sich ein Stirnrad D, welches in das Getriebe E eingreift, an dessen Welle das Kammrad F ist, so in das Mühlsteinsgetriebe G eingreift. Dieses Vorgelege ist deswegen nöthig, damit die Geschwindigkeit des Mühlsteins bey dem langsam herumgehenden Wasserrade vermehrt werde. Man pflegt daher die Einrichtung der Räder so zu machen, daß sich der Mühlstein 27mahl herumdrehe, ehe das Wasserrad einmahl herumkommt. Es muß zu dem Ende das Stirnrad 72 Zähne, das erste Getriebe 24 Stöcke, das Kammrad 63 Zähne, und das Mühlsteins-Getriebe 7 Stöcke bekommen. Tab. III. Fig. 2.

§. 18.

Horizontale Wassermühlen.

Davon hat man verschiedene Erfindungen, wovon man **Boeckiers** Theatr Mach. imgleichen **Sturm** und **Leupold** nachschlagen kan. Die meisten sind deswegen unnütz, weil man bey gleichvielem Aufschlagewasser mit grösserem Vortheil eine oberschlächtige Wassermühle anlegen kan. Es kosten freilich die horizontalen Mühlen, weil weder Kammrad noch Getriebe da ist, weniger, allein die Geschwindigkeit des umlaufenden Mühlsteins ist auch geringer. Und wenn diese groß seyn

soll, so wird ungemein viel Aufschlägewasser erfordert, welches nicht allezeit vorhanden ist, und wo man es haben kann, da kann es besser genutzt werden. Die Einrichtung der Mühle ist sehr einfach. Das Wasser fällt auf das horizontale Wasserrad A, welches ein Löffelrad heist. Durch den schief auf die Wände der Schaufeln geschehenen Stoß, wird das Rad schnell umgedrehet. An der Welle BC dieses Rades, befindet sich der Mühlstein oberwärts in B, welcher sich daher mit dem Wasserrade zugleich umdrehet, und dessen Bewegung dadurch freilich langsamer als bey einer oberschlächtigen Mühle seyn muß. Man trift dergleichen Mühlen daher in Teutschland gar nicht an, sondern sie sind nur noch an einigen Orten in Frankreich und der Türkei gebräuchlich.

Tab. II Fig. 4.

b) Windmühlen.

§. 29.

Hier haben wir 1) den Trieb oder die Flügel zu betrachten. 2) Muß die allgemeine Einrichtung der Mühle bestimmt werden, und endlich 3) müssen wir zeigen, wie die Flügel dem Winde entgegen gestellt werden.

Tab. III. Fig. 4.

1) Die Flügel sind 30 bis 32 Fuß lange Gerüste AA, die an einer schief gestellten Welle BC dergestalt befestigt sind, daß sie

mit

mit dem Winde einen Winkel von 130° machen. Ein solcher Flügel besteht aus zwey Räumen, die durch Nebenhölzer in Fächer getheilt werden, welche man mit leichtem Bretterwerk oder Segeltuch anfüllt. Je mehr solcher Fächer zugesetzt sind, desto stärker würkt der Wind auf die Flügel, und desto schneller ist die Bewegung. Daher bey heftigen Sturmwinden die Bretter ausgenommen werden müssen. Am äussersten Ende sind sie 6 Fuß, am innern Ende gegen die Welle aber nur $4\frac{1}{2}$ Fuß breit. Die Anzahl dieser Flügel ist gemeiniglich viere, obgleich einige, doch ohne besondern Nutzen, mehr haben angeben wollen.

2) Die innere Einrichtung der Mühle ist folgende. An der Welle der Windflügel befindet sich das Kammrad D, welches unterwärts in das Getriebe E greift, an dessen Welle sich unten der Mühlstein befindet. Das Kammrad hat 72 Zähne, das Getriebe 9 Stöcke, und der Mühlstein 5 Fuß im Diameter, welches ungleich mehr ist, als bey den Wassermühlen. Dadurch vertritt der Mühlstein die Stelle eines Schwungrades, welches bey einer Windmühle höchst nöthig ist, weil der Wind nicht beständig mit gleicher Stärke, sondern ruckweise bläset. Die von einem Stoß veursachte Bewegung, muß daher eine Zeitlang, so viel möglich, mit glei-

cher Stärke so lange erhalten werden, bis ein neuer Stoß geschicht. Man erhält dieses schon einigermassen durch den Schwung der Flügel selbst, welches durch die Grösse des in Bewegung gesetzten Mühlsteins noch mehr unterstützt wird. Damit aber die Mühle, wenn es nöthig ist, in ihrer Bewegung aufgehalten werden könne, so gehet um das Kammrad ein aus etlichen Gliedern bestehender Kranz, der durch Hülfe eines Hebebaums niedergedruckt und dadurch so fest an das Kammrad angepreßt werden kann, daß die Bewegung des Kammrades gehindert, und dadurch die Welle samt den Windflügeln stille zu stehen genöthigt wird.

3) Weil die Flügel der Windmühle dem Winde gerade entgegengestellt seyn müssen, wenn sie gehörig gehen soll; der Wind aber nicht allezeit von einem Orte herbläset, so müssen die Flügel dergestalt beweglich seyn, daß sie dem Winde gerade entgegen gestellt werden können. Dieses kan entweder geschehen, indem die ganze Mühle herumgedrehet wird, da sich denn die Flügel mit drehen müssen, oder indem bloß das Dach mit den Flügeln beweglich ist. Kan die ganze Mühle bewegt werden, so muß ein Gestelle vorhanden seyn, auf welchem sie ruhet; dieses heist der Bock, und die Mühle bekommt daher den Namen der **Bockmühle.** Diese

Müh-

Mühlen müssen ganz von Holz gebauet werden, und sind hauptsächlich in Teutschland, wo die Windstürme nicht sehr heftig sind, im Gebrauch.

Eine solche Bockmühle ruhet auf einer Welle a b, um welche die ganze Mühle herumgedrehet werden kan. Hinten an der Mühle befindet sich die Deichsel c d, welche ein Hebel ist, der in c an der Mühle befestiget, in d aber umgedrehet wird. Entstehen heftige Stürme, so kan eine dergleichen Mühle samt dem Gestelle leicht umgeworfen werden. Daher werden die Mühlen an solchen Orten, wo die Gewalt des Windes sehr groß ist, nur im Dach beweglich gemacht. Diese werden theils von Holz in der Gestalt eines abgekürzten Kegels erbauet, und stehen in der Erde fest, theils wird unten ein steinernes Gebäude angelegt, auf welches die Mühle gebauet wird. Das Dach oder die Kappe der Mühle, ruhet auf Rollen, und kan auf denselben entweder durch Hülfe eines am Dach befestigten Hebels, der durch eine unten stehende Winde gezogen wird, umgedrehet werden, oder der Kranz, auf welchem das Dach ruhet, hat nach Art eines Stirnrades Zähne, die in ein Getriebe greifen. Die an dem Getriebe befindliche Welle wird durch Hebebäume umgedrehet. Bockmühlen können bloß zum

Tab. III. Fig. 3.

Mahlen oder Schroten gebraucht werden, die steinernen aber werden auch zu Schneidemühlen u. d. gl. angelegt.

c) Thiermühlen.

§. 20.

Die Thiermühlen werden entweder von Thieren oder von Menschen mit der Hand bewegt. Im letzten Fall heissen sie **Handmühlen**. Die Thiermühlen werden entweder mit einem **Hebel** oder mit einem **Tretrade** in Bewegung gesetzt, und dieses ist entweder schief oder **vertical**. Die Handmühlen aber haben eine **Kurbel**, oder einen **Schwengel**.

§. 21.

Thiermühlen mit einem Vecte.

Tab. IV. Fig. I.

Mühlen, die durch Ziehen eines Pferdes bewegt werden, bestehen aus einem sehr grossen horizontal liegenden Kammrade D, an dessen Welle BC ein Vectis befestigt ist, der die Deichsel heist und 16 Fuß lang zu seyn pflegt, an welchen in A Pferde gespannet werden können. Dieses Kammrad greift in das Getriebe E, an dessen Welle in F das zweyte Kammrad befestigt ist, welches in das zweyte Getriebe G eingreift, an dessen Welle der Mühlstein sich in H befindet. Das erste Kammrad hat 240 Zähne. Das erste

Ge-

Getriebe 32 Stöcke. Das zweyte Kammrad 60 Zähne, und das Getriebe 7 bis 8 Stöcke. Der Mühlstein geht daher ohngefehr 56mahl herum, ehe das grosse Kammrad samt der ersten Welle einmahl herumkommt.

§. 22.

Thiermühlen mit einem schiefen Tretrade.

Hier pflegt das schiefe Tretrad A an einer Welle BC befestigt zu seyn, an welcher sich unten ein grosses Kammrad D befindet, welches in das Getriebe E eingreift, an dessen Welle ist in F ein Stirnrad, welches zu beyden Seiten in zwey Getriebe eingreift. An der Welle dieser Getriebe befindet sich das Kammrad G, welches in das Mühlsteinsgetriebe H eingreift, an dessen Welle sich der Mühlstein befindet. Das erste Kammrad hat 216 Zähne, das dazu gehörige Getriebe 72 Stöcke. Das Stirnrad 72 Zähne, die Getriebe 28 Stöcke. Das zweyte Kammrad hat 60 Zähne, und das Getriebe des Mühlsteins 8 Stöcke. So daß der Mühlstein fast 60mal herumkommt, ehe das langsame Tretrad sich einmahl um seine Axe bewegt. Andere geben die Verhältnis so an. Erstes Kammrad 216 Zähne, Getriebe 36 Stöcke. Stirnrad 36 Zähne, zweytes Getriebe 28 Stöcke. Zweytes Kammrad 36 Zähne, Mühlsteins-Getriebe 7 Stöcke.

Tab. IV. Fig. 2.

Man

Man findet auch dergleichen Mühlen auf folgende Art angelegt. Das schiefe Tretrad selbst ist mit Zähnen versehen, diese greifen etwas schief in ein perpendiculair stehendes Getriebe, an dessen Welle sich ein Stirnrad befindet, welches in das Mühlsteinsgetriebe eingreift. Es befindet sich eine dergleichen Mühle seit einigen Jahren im Kloster Bergen, und ist daselbst mit grossem Vortheil gebraucht worden. Das schiefe Tretrad wird durch einen Ochsen bewegt.

§. 23.

Thiermühlen mit einem verticalen Tretrade.

Tab. IV. Fig. 3.

Diese sind eben so eingerichtet, als die Wassermühlen. An der Welle BC des Tretrades A ist ein Stirnrad D, so in ein Getriebe E eingreift, an dessen Welle ein Kammrad F befestigt ist, welches in das Mühlsteins-Getriebe G eingreift. Das hohe und breite Tretrad ist so eingerichtet, daß es durch die Decke der untern Etage, wo die Räder sind, bis in die zweite reicht. Quer über die Bretter, welche zwischen beiden Kränzen des Rades sind, befinden sich Leisten, auf welche das Thier mit den Hinterfüssen treten und daher durch seine Schwere das Rad auf eben diese Weise bewegen muß, wie ein oberschlächtig Wasserrad durch die Schwere des Wassers getrieben wird. Giebt man dem Stirnrad 72 Zähne, dem Getriebe 12 Stö-

cke,

cke, dem Kammrad 63 Zähne, und dem zweyten Getriebe 7 Stöcke, so läuft der Mühlstein 54mal herum, ehe das Tretrad einmal herum kommt. Da nun dieses sich langsam bewegt, so siehet man, warum das Vorgelege nöthig gewesen.

§. 24.

Feldmühlen.

Diese sind Thiermühlen, die im Hauptwerk mit der §. 33. beschriebenen übereinkommen, aber darin von ihnen unterschieden sind, daß sie sich von einem Orte zum andern auf einem Wagen bewegen lassen, und daher im Felde bei einer marschirenden Armee bequem gebraucht werden können. Man hat im vorigen Jahrhundert dergleichen bei den Kaiserlichen Truppen, imgleichen bei den Rußischen Armeen in unsern Tagen gebraucht. In der Mitte des starken Wagens AZ befindet sich die Welle BC, welche oben durchbohrt, und durch die Oeffnung die gekrümmte Deichsel HG gesteckt ist, an welche in G und H zwey Pferde gespannet werden, welche die Mühle umdrehen müssen. An eben dieser Welle befindet sich unten das Stirnrad D, welches zu beiden Seiten in die Mühlsteinsgetriebe E eingreift, an deren Welle sich die Mühlsteine F befinden. Wenn die Mühle gebraucht werden soll, so wird der Wagen bis an die Axen in die Erde gesteckt, damit

Tab. III. Fig. 3.

er fest stehe, alsdenn werden zwey von den vier oder sechs Pferden, die den Wagen gezogen haben, vorgespannt, und in einer Stunde von zwey andern abgelöset. Das Stirnrad bekommt 60 Zähne, die Getriebe aber 5 Stöcke, damit der Mühlstein 12mal herumlaufe, ehe die Pferde einmahl herumkommen. Da der Wagen zu dem übrigen zum Mehlmahlen erforderlichen Geschirre, Beutel und Mehlkasten (§. 28.) zu klein ist, so muß das Mehl hernach besonders durchgebeutelt werden.

§. 25.

Handmühlen.

Wenn diese groß angelegt werden, und zum Mehlmahlen oder Schrooten gebraucht werden sollen, so werden sie entweder mit einer **Kurbel** gedrehet, oder mit einem **Schwengel** gestossen.

§. 26.

Handmühlen mit einer Kurbel.

Tab. IV. Fig. 5. Diese bestehen aus einer Welle BC, an deren Ende sich in C eine starke Kurbel befindet, an welcher zwey Personen drehen können. Um die Bewegung zu erleichtern, ist in A ein Schwungrad befestigt. An eben dieser Welle ist bei D ein Getriebe, welches in das Stirnrad E eingreift, an dessen Welle sich in F ein Kammrad befindet, welches das Mühlsteinsgetriebe G bewegt. Das Getriebe

triebe D hat 6 Stöcke, das Stirnrad 48 Zähne, das Kammradd 40 Zähne, und das Mühlsteinsgetriebe 5 Stöcke. Es können aber auch dergleichen ohne Vorgelege gemacht werden, da die Kurbel gleich an der Welle des Kammrades befestigt ist, und der Mühlstein schnell genug umgetrieben wird.

Eine Art von ganz einfachen Handmühlen geben uns die bekannten Koffeemühlen an die Hand. Bei diesen ist die Kurbel unmittelbar an die Welle des Mühlsteins befestigt. Der Mühlstein selbst aber besteht aus einem abgekürzten conischen stählernen Körper, dessen breiter Theil sich unten befindet. Dieser läuft in einer stählernen Hülse, und hat ringsumher schräge heruntergehende scharfe Einschnitte, wodurch, wenn die Coffeebohnen zwischen diesen Kegel und die Hülse fallen, dieselben zermahlen werden, und in einen unten befindlichen Kasten fallen. Da der Mühlstein oben spitzer ist, so kommen die Bohnen unterwärts beständig in einen engern Raum, und können desto bequemer zermalmt werden.

§. 27.

Handmühlen mit einem Schwengel.

An der Welle A befindet sich der Schwengel AB, der hinüber gezogen oder gestossen werden kan. An eben dieser Welle ist ein langer horizontaler Arm AC, an welchem sich die Stange CD befindet, welche in D an Tab. VII. Fig. 2.

an einer Kurbel befestigt ist, durch deren Umdrehung das Kammrad E sich bewegt. Dieses greift in das Mühlsteinsgetriebe F, an deren Welle sich die Mühlsteine F befinden.

2) Mühlen dem Gebrauch nach.

Erste Klasse der Mühlen, worin etwas zerrieben wird.

§. 28.

Mehlmühlen.

Es können diese Mühlen dem Triebe nach sehr verschieden seyn. Sie können Wassermühlen, Windmühlen, Thiermühlen von allerhand Arten seyn. Sie kommen aber in folgenden Stücken überein. 1) Muß das Getreide bequem zwischen die Mühlsteine gebracht werden. 2) müssen sich die Mühlsteine bequem umdrehen, und 3) muß das Mehl bequem durchgebeutelt und von der Kleie abgesondert werden.

1) Das erste wird auf folgende Art erhalten. Ueber dem Mühlstein befindet sich ein schiefes Gestelle a b, welches die **Rumpfleiter** heist. Von derselben wird der **Rumpf** c getragen. Dieses ist ein viereckter, unten enger und oben weiter Kasten oder Trichter, ohne Boden, in welchen das zu mahlende Getreide hineingeschüttet wird. Die Stelle des Bodens vertritt der sogenannte Schuh, oder

Tab. V. Fig. 1.

das

das Bret d e, welches in h befestigt und durch die Winde in g in die Höhe gezogen und niedergelassen werden kann, nachdem viel oder wenig Korn in das Loch des Mühlsteins fallen soll. Unten an dem Schuh geht der eiserne Rührnagel f heraus, welcher bey der schnellen Umdrehung des Mühlsteins, sich mit dem inneren eisernen Warzenring desselben beständig schüttelt.

2) Bey der Umdrehung des Mühlsteins bemerken wir folgendes. Aus der Welle des Mühlsteinsgetriebes, geht durch den untern Mühlstein, welcher der **Bodenstein** heißt, ein Eisen, welches in der Haue befestigt ist. Dieses ist ein viereckiges pyramidalisches Eisen n o, so in dem obern Mühlstein steckt, welcher der **Läufer** heißt. Durch die Umdrehung desselben wird der obere Mühlstein über dem untern stillstehenden umgedrehet, und daher das zwischen beide Steine durch das Loch bey f gefallene Getraide zermahlen. Bey den Windmühlen sind zwey Mühleisen nöthig. Eins, welches den Läufer trägt, und eins, welches ihn bewegt. Da bey Wassermühlen beydes durch ein Eisen verrichtet werden kan.

3) Die Absonderung des Mehls und der Kleie, geschieht auf folgende Art. Um den Mühlstein herum geht ein hölzerner Kranz von Böttcherarbeit, so der **Lauf** heißt, in welchem die zermalmete Frucht beysammen erhalten wird. Diese fällt durch das Mehl-

loch l in den Mehlkasten c, in welchem es durch den Mehlbeutel l y durchgebeutelt wird. Der Mehlbeutel wird durch folgendes Werkzeug geschüttelt. An dem Getriebe des Mühlsteins befinden sich unten drey Zacken in q. Diese stossen bei Umdrehung des Getriebes beständig an den Stock rs, der durch eine stehende Welle z geht, und diese daher in etwas umdreht. Der Hebel rs geht durch eine Oefnung des Hebels lt, an welchem der Arm l der Welle w befestiget ist. Durch den Stoß dieser Hebel wird daher die Welle w umgedrehet. An dieser sitzt der Hebel xw fest, welcher bey Umdrehung der Welle in die Höhe gehoben wird, und da er durch den bey x befindlichen Ring gesteckt ist, so wird der Beutel dadurch geschüttelt. In Windmühlen geschieht dieses durch einen an der Welle des Mühlsteins f g unterwärts befestigten Trilling e. Durch dieses heftige Schütteln wird das Mehl durch den Mehlbeutel ganz durchbeutelt, die gröbere Kleie aber bleibt zurück, und läuft durch in den unten in z befindlichen Kleienkasten.

Tab. III. Fig. 3.

Sollen dergleichen Mühlen bloß zum Schrooten gebraucht werden, so wird das Getraide, wenn es von dem Mühlstein ist zerrieben worden, so gleich durch das Mehlloch wieder herausgeschafft, und hier braucht man weder Mehlkasten, noch Mehlbeutel. Auf diese Weise wird auch die Grütze bereitet. Es wird von der Gerste die grobe Schale durch Stampfen weg-

weggeschafft, und darauf die Gerste auf einer Mehlmühle geschrooten oder zerrissen, welche geschrootne Gerste hernach Grütze heißt.

§. 29.

Graupenmühlen.

Bei den Graupen wird erfordert, 1) daß die Gerste von ihren groben Hülsen befreyet, 2) daß sie rund werde, 3) daß die daraus entstandenen Graupen von dem ihnen anhangenden Mehle gesäubert, und endlich 4) ihrer Grösse nach besonders ausgesucht und abgesondert werden. Das erste und zweyte wird durch einen einzigen Mühlstein D erhalten, der mit einem Umlauf umgeben ist. Durch Hülfe dieses Steins wird die Gerste in dem Umlauf herumgejagt, und da sie sich beständig mit den Steine reiben muß, so stossen sich die groben Hülsen und vorderen Spitzen ab, und die Gerste wird dadurch rund. Sind die Körner rund genug, so wird das Loch bei z im lauf geöffnet, und die Graupen herausgenommen. Daraus sie durch das Sichter und Windewerk vom Mehle gereinigt und sortirt werden. Die Bewegung des Mühlsteins geschicht, wie bey Mehlmühlen. An der Welle des Wasserrades A ist das Kammrad B, welches in das Mühlsteinsgetriebe C eingreift, an dessen Welle der Mühlstein D befindlich ist. Aus demselben geht eine Spindel heraus, an welcher oben in E ein Kammrad befindlich ist, welches

Tab. V. Fig. 2.

ches in das Getriebe in F eingreift. An der Welle dieses Getriebes befinden sich in G drey Windräder, durch deren Umdrehung das Mehl von den Graupen abgeschlagen wird. Welches in die darunter aufgespannten Beutel fällt. Dieses ist das Windwerk. An eben der Spindel des Mühlsteins ist weiter oben, noch ein Kammrad in H befindlich, welches in das Getriebe I eingreift. An der Welle dieses Getriebes ist in K ein Schwungrad, die Bewegung gleichmäßig zu erhalten. Ferner ist in L eine Kurbel befestigt, welche durch hinten herumgehende Stangen an die Siebe in M festgemacht ist, so daß durch die Umdrehung der Kurbel die Siebe geschüttelt werden. Dieses **Siebwerk** M bestehet in drey etwas schiefgestellten Sieben, deren immer eines über das andere hervorragt. Das erste Sieb hat die grösten Löcher, so daß nur die allergrösten Graupen in demselben bleiben, die übrigen fallen auf das zweyte Sieb, welches die Mittelsorte zurück behält, die feinste aber auf das dritte Sieb durchfallen läßt. Wenn demnach eine gehörige Menge von Graupen auf dem Mühlsteine bereitet worden, so werden sie in Säcke gethan, und mit Hülfe einer Winde auf den Boden gezogen. Hier schüttet man sie in den Rumpf O, aus welchen sie auf das erste Sieb M fallen, und die gröbste Art fällt von demselben auf das darunter befindliche Windrad, in dem Kanal

nal P, vor welchen ein leinen Tuch gespannt ist, wodurch das Mehl geht. Die Graupen aber fallen in den Kasten S. Die feinen Graupen, welche auf das zweite Sieb fallen, gehen durch den Kanal Q in den Kasten V, und die feinsten Perlgrauben fallen von dem dritten Sieb durch den Canal R in den Kasten T. Das Mehl, welches durch alle Siebe durchgeht, fällt in das unter dem dritten Siebe aufgespannte Tuch N.

§. 30.
Gewürz- und Koffeemühlen.

Gewürzmühlen zermahlen entweder das Gewürz im Kleinen, und gehören unter die Handmühlen, die §. 37. beschrieben sind, und kommen mit denen Koffeemühlen völlig überein, wie die Pfeffermühlen, Safranmühlen, und dergleichen: oder sie zerstampfen es im Grossen, und denn sind sie von den unten zu beschreibenden Oehlmühlen nicht verschieden. Die Koffeemühlen dürfen hier auch nicht besonders beschrieben werden, da deren Structur schon oben §. 37. ist angegeben worden.

Zweyte Klasse der Mühlen, in welchen etwas zerstossen wird.

1) Durch Stampfen.

§. 31.
Oehlmühlen.

Das Oehl ist eine Feuchtigkeit, die aus verschiedenen Vegetabilien durchs Auspressen

erhalten wird. Bey uns geschicht dieses aus dem Rübesaamen und leinsaamen. Zu dem Ende wird erfordert, daß 1) das zellenartige Wesen der Vegetabilien, in welchem sich das Oehl befindet, zerrissen werde, 2) daß alsdenn das Oehl durch einen äusseren Druck herausgetrieben und, 3) daß, um das zellenartige Wesen spröder zu machen, die Vegetabilien gedörret werden.

Das erste geschieht durch gewisse Stämpfer, bey deren Einrichtung wir bemerken a) das Wasserrad, b) die Daumenwelle, c) die Stämpfer, d) den Grubenstock.

Das Wasserrad ist von einem gewöhnlichen Wasserrad der Mehlmühlen nicht verschieden. Es pflegt gemeiniglich ein Stabersrad zu seyn, und es wird oft von Einem Rade eine Mehlmühle und Oehlmühle getrieben.

Tab. VII. Fig. 1.

An der Welle BC des Wasserrades A befindet sich ein Stirnrad D, welches in das Getriebe E eingreift, an dessen Welle FG, welche die Daumenwelle heißt, die Tangenten befindlich sind. Diese wird Tab. V. Fig. 3. im Durchschnitt A vorgestellt. Es sind an derselben die vier Hervorragungen in B befindlich, welche man Daumen oder Tangenten nennt. Diese greifen in E an die Stämpfer CD, und heben solche, indem sich die Welle umdreht, in die Höhe. Diese Stämpfer sind 14 Fuß hohe, 6 Zoll breite, und 5 Zoll dicke, viereckte, und unten gerundete

rundete Hölzer, die unten mit Eisen beschlagen und gemeiniglich aus Ahorn oder Weisbüchenholz gemacht werden. In dem Grubenstock K sind in l Löcher eingeschnitten, deren Boden nach der Oberfläche einer Kugel gerundet ist, und in welchen sich unten eine eiserne Platte befindet. In einem solchen Loche arbeiten stets zwey solcher Stämpfer, damit der Oehlkuchen desto besser zerstossen werden könne. Wenn daher das Oehl aus dem Lein oder Rübesaamen gepreßt werden soll, so kommt er erst unter die Stämpfer, und nachdem er dadurch gehörig zerstossen worden, wird er zur Presse gebracht. Man wickelt den zerstossenen Saamen in härne Tücher, und legt ihn in ein viereckes hölzernes loch, in welchem er durch zwey Keile, die mit Gewalt eingetrieben werden, zusammengedruckt wird, und sein Oehl von sich giebt, welches aus der Oehllade durch zwey Löcher am Boden in die untenstehende Gefässe läuft. Der eine dieser Keile heißt der Treib- oder Preßkeil, der andere aber der Lösekeil. Beyde Keile sind gegen einander gestellt. Der Preßkeil treibet den Deckel des hölzernen Gefässes, in welchem der Oehlkuchen liegt, und welcher der Kern heißt, auf den zerstampften Oehlkuchen. Der andere aber treibt ihn, wenn man genug gepreßt hat, wieder zurück. Die Keile selbst werden durch Schlegel eingetrieben. Ist die Pressung

Tab. VI. Fig. I.

vorbey, so wird, weil nicht alles Oehl sich auf einmahl auspressen läßt, die Masse zum zweytenmahle gestampft, und hierauf auf den Wärmofen gebracht. Dieser ist von Backsteinen gemacht, mit einer oben befindlichen eisernen Platte, auf welcher die Masse gewärmt wird. Sind die zelligten Häute dadurch spröde gemacht worden, so wird der Oehlkuchen zum zweytenmahle gepreßt.

Die Proportion der Räder in einer dergleichen Oehlmühle, ist folgende. Zu einem 16schuhigten Wasserrade, kommt ein Stirnrad von 60 Kämmen und $4\frac{1}{2}$ Zoll Theilungsweite. Das Getriebe hat 36 Stöcke, und die Stampfen werden 5mahl aufgehoben, ehe das Wasserrad einmahl herumkommt.

Der Schlägel, welcher den Preßkeil eintreibet, ist an einer besonderen Welle, welche die Schlegelwelle heist, befestigt, und kan durch eine Schiene gerichtet werden. Gegen ihm über, befindet sich die sogenannte Scheere, an welcher eine Stange mit einem Hebedaumen befestigt ist. Geht daher die Daumenwelle herum, so druckt sie die Stange durch den Zugdaumen nieder, dadurch wird der Schlägel in die Höhe gehoben, der, wenn die Daumen von einander abgehen, wieder herunter fällt, und den Keil eintreibt.

Die Holländischen Oehlmühlen sind von den Teutschen darin unterschieden, daß sie

den

den Saamen, ehe er gestampft wird, erst durch zwey cylindrische Steine auf folgende Art zerquetschen. An der Daumenwelle FG befindet sich das Kammrad L von 61 Zähnen, welches in ein Getriebe M von 26 Stöcken eingreift. An eben der Welle ist ein Getriebe N von 13 Stöcken, welches auf der andern Seite in das Stirnrad O von 76 Zähnen eingreift, in dessen stehenden Welle unten an einer querdurch gesteckten Axe die zwey Steine P geschleift werden, die auf einem gemauerten mit einem Rande versehenen Heerd Q den Saamen zerdrücken. Tab. V. Fig. 4.

§. 32.

Pulvermühlen.

Die Einrichtung der Pulvermühlen kommt mit der Einrichtnng einer Oelmühle völlig überein. Wasserrad, Stirnrad, Getriebe, Daumenwelle ist alles, wie dorten. Der Grubenstock hat 9 bis 10 Löcher. Die Stämpfer sind bis 14 Schuh hoch, und 5 Zoll ins gevierte. Sie sind nicht mit Eisen, sondern mit Meßing beschlagen, doch so, daß das Holz vor dem Meßing vorrage. Und in den Löchern, in welchen auch jederzeit zwey Stampfen arbeiten, sind unten Spiegel von Meßing, oder, welches noch besser ist, von hartem und glattem Holz; dieses ist der Gefahr der Entzündung wegen nöthig. Die Verfertigung des Pulvers ist folgende. Man

nimmt gestossene Kohlen von leichtem Holz mit klein gestossenem Schwefel, thut beydes in hölzerne Gefässe, und rührt es wohl mit einander um. Alsdenn wird Salpeter geläutert und darzu geschüttet, und mit der Umrührung continuirt. Endlich kommt die Masse in die Stampflöcher, wird alle halbe Stunden umgerührt, alle 3 Stunden aber herausgenommen. Bey gutem Pulver wird dieses 24 Stunden, bey schlechtem aber nur 12 Stunden lang fortgesetzt. Darauf kömmt die Masse in das Kornhaus, wird mit hölzernen Tellern durch Siebe von verschiedener Weite geschlagen und auf diese Art gekörnt; darauf auf Bretter, die mit Leisten beschlagen sind, geschüttet, und in heissen Stuben gedörret.

§. 33.

Erfindung des Pulvers.

Es ist eben so ungewiß, wer das Pulver erfunden habe, als in welchem Jahre es erfunden worden. Der gemeinen Sage nach soll es ein teutscher Mönch, Namens **Barthold Schwarz**, ums Jahr 1380 erfunden haben. Andere nennen den Erfinder **Ankliz**, und noch andere **Peter Lips**, der aber nicht das Pulver, sondern die Flinten erfunden hat. **Cornelius Kempis** in seinem Buch von Frieslands Zustand, behauptet gar, **Zimoscus**, König von Friesland, der im neunten Jahrhundert gelebt, habe das Schießpulver erfun-

erfunden. **Achilles Gassarus**, in seinen Annalibus Augustburgensibus, ist der erste, der Barthold Schwarzen vor den Erfinder ausgiebt. Er setzt aber das Jahr der Erfindung auf 1354. Die fabelhaften und lächerlichen Umstände, und die wenige Uebereinstimmung der Schriftsteller, wo dieser Mönch gelebt haben soll, machen das Vorgeben sehr zweifelhaft, Er soll das Pulver bald in Cöln, bald in Mainz, bald in Goslar, bald in Böhmen erfunden haben, und einige fügen gar hinzu, der Kaiser Wenzeslaus habe ihn dieser Erfindung wegen verbrennen lassen, So viel ist gewiß, daß man das Schießpulver schon lange vor dem Jahr 1380 gekannt hat. **Petrarcha**, der 1374 starb, redet vom Schießpulver als einer schon sehr bekannten Sache. 1372 hat der Magistrat zu Augsburg schon 20 eherne Stücke giessen lassen. 1360 ist das Rathhaus zu Lübeck aus Unvorsichtigkeit derer, so Schießpulver machten, abgebrannt. 1359 hat **Peter IV**, König von **Arragonien**, ein Stück Geschütz gegen die Castilianer gebraucht. 1356 haben die Bürger zu Löwen 12 Donnerbüssen gekauft. **Villani**, der 1348 gestorben, erzehlt, daß die Engelländer in der Schlacht bey Creßi eiserne Kugeln mit Feuer auf die Franzosen geschossen, und dadurch die unter den Französischen Truppen befindliche Genuesische Infanterie so erschreckt hätten, daß sie die Flucht genommen.

Ja

Ja in einer alten Rechnung in Frankreich wird beym Jahr 1338 schon Geld vor Schieß-pulver in Rechnung gebracht. Und endlich setzt Perer Bischof von Leon, daß die Mauren schon im Jahr 1330 Canonen auf ihren Schiffen gebraucht haben. So viel ist also gewiß, daß das Pulver im 14ten Jahrhundert recht bekannt worden. Diese Nachrichten ertheilt uns Herr Justizrath Gramm in den Script. Societ. Hafn. bonar. art. promov. deditae P. I. p. 211. S. das allgemeine Magazin T. V. p. 137. Ja Joh. v. Joinville (Hist. de Louis Saint) giebt als ein Augenzeuge an, daß die Saracenen schon in der Mitte des 13ten Jahrhunderts sich des Schießpulvers bedient haben. S. Hamb. Magaz. T. 12. p. 338.

§. 34.

Lohmühlen.

Die Lohmühlen kommen der Einrichtung nach gleichfalls mit den Pulvermühlen überein. Die Stampfen sind aber unten mit Eisen beschlagen, und haben vier scharfe Ecken, damit sie besser zerstossen können. In den Löchern des Grubenstocks sind wie bey den Oehlmühlen eiserne Platten. Und es wird in denenselben eichene und tannene Rinde zum Gebrauch der Gerber zerstossen, welches Werklohe heist.

a) Durch

2) Durch Hammer.

§. 35.

Walkmühlen.

Diese dienen dazu, die Tücher dichte und gelinde zu machen, damit sie bequemer getragen werden können. Man erhält dieses durch Hammer, welche fast auf eben die Art bewegt werden, wie in Oehlmühlen die Stampfen. An der Welle des Wasserrades befindet sich das Stirnrad A, welches in das Getriebe B eingreift, an dessen Welle C Hebedaumen oder Tangenten sind. Diese bewegen die Hammer, dergleichen D ist, deren zwey in einem loche arbeiten, und deren 8 oder 10 sind. Der Hammer hat einen 14 Fuß langen Stiel, und ist rund ausgeschnitten, welche Rundung mit dem Radio des Hammerstiels genommen wird. Unten in F ist er staffelweise ausgeschnitten, welches die Tücher in dem loche E besser herumzudrehen dienen soll. Tab. VI. Fig. 2.

§. 36.

Papiermühlen.

Hier kommt alles darauf an, daß die lumpen, aus welchen das Papier gemacht wird, völlig zermalmet und aufgelöst werden, damit sie hernach gehörig zu Brey gemacht und in den Formen wieder zu Papier werden können. Dieses geschieht erstlich durchs Zerschneis

schneiden, welches, nachdem die Lumpen erst sortirt, und die wollenen von den leinenen abgesondert worden, durch Leute, oder durch ein grosses Messer geschicht, das von der Mühle selbst getrieben wird. Die zerschnittenen Lumpen werden darauf eingeweicht, und man läßt sie eine Zeitlang stehen. Sie werden ferner durch die Hammer zerschlagen und völlig aufgelöst, herausgenommen, mit etwas Kalk vermischt, und eine Zeitlang hingestellt, da sie halbes Zeug heissen. Hierauf müssen sie zum zweytenmahl unter den Hammer, werden noch einmahl zerstampft, und heissen alsdenn ganzes Zeug. Dieses Zeug kommt hierauf in einen grossen Trog NO, wird mit Wasser vermischt und durch die Walze M zerrühret.

Diese nun recht aufgelöste Masse wird in eine Butte gethan, in welcher zur Erwärmung derselben sich eine Blase befindet. Aus dieser Butte wird die Masse in Formen geschöpft, die aus einem hölzernen viereckten Rahmen bestehen, welcher über und über mit feinem Drath der länge nach bezogen ist. In der Mitten ist das Zeichen, auch mit feinem Drath eingeflochten. Das Wasser läuft durch diese Drathforme durch, und das Zeug bleibt zurück. Dieses wird hierauf auf einen nach der Grösse des Bogens eingerichteten Filz gedruckt, auf welchem der Bogen kleben bleibt, und dadurch von der

Forme

Forme abgeht. Dergleichen wird ein ganzer Haufen übereinander geleat, und unter die Presse gebracht, die überflüßige Feuchtigkeit ausgetruckt, und alsdenn trocken von dem Filz abgenommen, bogenweise an härne Stricke aufgehängt, und getrocknet. Soll das Papier zum Drucken gebraucht werden, so wird es alsdenn gleich in Bücher zu 25 Bogen, und Rieß zu 20 Büchern getheilt, und in Ballen gepackt. Soll es aber zum Schreiben dienen, so wird es erst durch ein Leimwasser gezogen, gelinde gepreßt, und hierauf zum zweytenmahl durch ein mit Alaune vermischtes Leimwasser gezogen. Man hängt es alsdenn wieder an härnen Stricken zum Trocknen auf, legt es bogenweise aus einander, und glättet es. Es geschieht dieses entweder auf einer Platte mit einem Marmorsteine, oder durch den Planierhammer, der durch das Mühlwerk getrieben wird.

Die innere Einrichtung der Mühle ist folgende. An der Welle BC des Wasserrades A befindet sich ein Stirnrad D, welches zu beyden Seiten in zwey Getriebe E eingreift. An der Welle FG des einen Getriebes befinden sich Hebedaumen, wie bey denen Walkmühlen. Durch diese werden die vorne an den Hammer befindlichen Daumen gefaßt, und dadurch die Hämmer I in die Höhe gehoben. Die Hämmer Tab. VI. Fig. 3.

arbeiten

arbeiten je vier und vier in einem Loche. An der Welle des andern Getriebes befindet sich das Kammrad K, welches in das Getriebe L eingreift, an deren Welle die stählerne Walze M sich befindet, die sich in dem Troge NO umdrehet. Statt dieser Walze hatte man sonst in den teutschen Papiermühlen den Rechen zum Zerrühren der Lumpen. Daher diese Walze auch von einigen der **Holländer** genannt wird. Oft greift auch das Stirnrad D oberwärts in noch ein Getriebe, an dessen Welle eine Kurbel ist, durch welche vermittelst einer daran befestigten Stange, das Messer zum Zerschneiden der Lumpen bewegt wird. Durch eben diese Stange wird auch ein Kreutz bewegt, an welchem eine Klaue sitzt, die in ein Sperrad eingreift, an dessen Welle ein Flügelrad sich befindet, welches die Lumpen unter das Messer vorschiebt. Und da auch bey einer dergleichen Mühle, zu Verfertigung des Papiers viel Wasser erfordert wird, so ist an der Welle des Getriebes E bey G eine Kurbel, an welcher eine Zugstange GP befestigt ist, die ein Kreutz hin und her stößt, welches zwey Plumpenstöcke in Q treibt. Durch diese wird das Wasser in dem davor stehenden Trog in die Höhe gehoben. Durch eben dieses Kreutz wird auch sowol der Rechen bewegt, der die Lumpen nach teutscher Art zerrührt, als auch die Forme gehoben. Soll der Rechen

und

und die Plumpen still stehen, so wird die Kurbel von der Stange abgehackt.

Die Holländischen Papiermühlen haben gar keine Hammer, sondern zerschneiden das Papier in einem vollen Troge, durch Hülfe einer stählernen mit scharfen Rädern versehenen Walze, unter welcher sich eine stählerne Platte befindet, die gleichfalls hervorragende Schärfen hat, welche auf die Schärfen der Walze passen, und zwischen welchen bey Umdrehung der Walze das Papier zerrissen wird.

§. 37.

Erfindung des Papiers.

Die Egyptier haben zu Alexander des Grossen Zeiten das eigentliche Papier aus dem sogenannten Papyrus erfunden, und damit einen sehr grossen Handel getrieben. Man hatte, wie Plinius (hist. nat. lib 13. cap. 12.) sagt, zu seiner Zeit Löschpapier und drey verschiedene Arten von Schreibpapier. Im neunten oder zehnten Jahrhundert, erfand man im Orient das baumwollene Papier wodurch das Egyptische theure Papier fiel. Und im zwölften Jahrhundert ward endlich das lumpenpapier im Occident erfunden. Man weiß weder den Namen des Erfinders noch den Ort eigentlich anzugeben. In China hatte man lange vorher schon den Gebrauch des Papiers aus Baumrinde und Seide. In

neuern Zeiten hat Reaumur das Papier aus faulem Holz, und Schäfer aus unzählig viel Materien zu machen gelehrt. S. Guettards Untersuchung von den Materien, woraus man Papier machen kan; im Journal Oeconomique 1751, und aus demselben im Allgemeinen Magazin 3. B. p. 216. Imgleichen Schäfers neue Versuche, das Pflanzenreich zum Papiermachen zu gebrauchen, Regensburg 1765. 4.

Dritte Klasse der Mühlen, Worin etwas zerschnitten wird.

§. 38.

Schneide- oder Sägemühlen.

Hier kommt alles darauf an, daß durch einerley Trieb zweyerley Bewegungen erhalten werden. Einmal muß sich die Säge perpendiculair wechselsweise auf und nieder bewegen, damit sie das Holz durchschneide. Zweytens muß der zu durchschneidende Balken, durch eine mit dem Horizont paralle Bewegung immer dergestalt näher an die Säge gebracht werden, daß sie bey jeder Bewegung in ein frisches Stück einschneide. Beydes wird folgendergestalt erhalten.

Tab. VII. Fig. I.

An der Welle BC des Wasserrades A befindet sich ein Stirnrad D von 76 Zähnen. Dieses greift in das Getriebe E von 7 Stöcken. An der Welle dieses Getriebes ist in F

eine

eine Kurbel, welche sich bey Umdrehung der Welle beständig in die Höhe hebt und wieder herunter steigt. Um die Bewegung gleichmäßig zu erhalten, ist in eben dieser Welle in R noch ein Schwungrad. An der Kurbel der Welle befindet sich die Stange oder lenker GH, der an dem Sägegatter IH befestigt ist, in dessen Mitte sich die Säge befindet, und welches sich zwischen 2 Säulen in Falzen bewegt. Man siehet leicht, daß bey Umdrehung der Kurbel, die Säge in die Höhe gestossen, hernach aber wieder heruntergezogen werden müsse. Die horizontale Bewegung aber wird auf folgende Art erhalten. Oben an dem Sägegatter ist eine Klammer l eingeschlagen, in welcher ein Hebel ganz lose steckt. Dieser steckt mit dem andern Ende in einer horizontalen Welle K, welche durch die Bewegung des Hebels zum Theil umgedrehet werden kan. In eben dieser Welle steckt beynahe nach einem rechten Winkel mit dieser Stange der Arm KL, an welchem in L die Schiebestange mit einem Nagel befestigt ist. Die Schiebestange hat am Ende eine eiserne Klaue, welche in das Sperrad in M eingreift und dasselbe durch Fortstossung seiner Zähne umdreht. Damit nun das Sperrad sich nicht auch rückwärts drehen könne, ist der Sperrkegel vorhanden, der in dessen Zähne eingreift, und dadurch das Zurücklaufen hindert. An der Welle des Sperrades ist das Getriebe N,

welches in das Stirnrad P eingreift, an dessen Welle sich das Getriebe Q befindet, welches in die in dem Wagen, worauf der zu zerschneidende Balken liegt, befindliche Zähne eingreifet und dadurch denselben fortrückt. An der Welle des Getriebes N ist auch eine Kurbel, durch deren Umdrehung die Müller nach vollbrachter Zerschneidung des Blockes, den Wagen wieder zurückbringen.

In den Holländischen Sägemühlen sind in einem Sägegatter mehr als Eine Säge, so daß viele Bretter zugleich geschnitten werden können. Es geht dieses bey uns nicht an, 1) weil unsere Sägemühlen Wassermühlen sind, und man die Gewalt nicht allezeit hat, welche erfordert wird, so viele Sägen auf einmal zu treiben. Die Holländer bedienen sich der Windmühlen, wobey die Gewalt, wenn der Wind stark genug ist, ungleich grösser seyn kan. 2) Gehen dergleichen Mühlen ungemein langsam, so daß eine deutsche Mühle wol drey oder vier Schnitte thut, ehe die holländische einen Schnitt gethan hat.

Einige Schneidemühlen schneiden Marmor und Steine, und diese brauchen die zusammengesetzte Structur nicht, da sie die Säge nicht perpendiculair, sondern horizontal hin und wieder schieben, wodurch der Stein nach und nach zerschnitten wird. Zu dem Ende ist an der Welle des Wasserrades

ein

ein Kammrad A, welches in das Getriebe B eingreift. An der perpendiculair stehenden Welle dieses Getriebes, ist oben in C eine Kurbel, an welcher sich die Zugstange CD befindet, die an dem Gatter fest ist, in welchem die Säge G sitzt. So wie sich daher die Kurbel bey Umdrehung des Getriebes herumdreht, so wird die Säge saint ihrem Gatter hin und her gestossen, und der Stein F dadurch zerschnitten. Damit aber die Säge desto leichter einschneide, so ist sie oben in E und D mit zwey Centnern beschwert. Und weil bey tieferem Einschneiden die Säge den Stein nicht mehr berühren würde, so kan der Stein durch Keile höher und niedriger gestellt, und dadurch näher an die Säge gebracht werden, wenn es nöthig ist. Durch eine dergleichen Mühle können Steine zum Bau grosser Häuser, ingleichen Marmorplatten und dergleichen geschnitten werden. Tab. VIII. Fig. 6.

Vierte Klasse der Mühlen.

Wodurch etwas gebohrt wird.

§. 39.

Bohrmühlen.

Auch hier ist eine doppelte Bewegung nöthig. Einmal muß sich der Bohrer um seine Achse drehen, zweytens muß der zu bohrende Körper beständig näher gegen den Tab. VII. Fig. 2.

Bohrer angeruckt werden. Zu dem Ende ist an der Welle BC des Wasserrades A das Kammrad D, welches in das Getriebe E eingreift. An der Welle dieses Getriebes befindet sich oben noch ein Getriebe in F, welches einmal von forn in das Kammrad H eingreift und dasselbe herumdrehet, zweytens seitwerts das Stirnrad G bewegt. An der Welle des perpendiculairen Kammrades H ist der Bohrer befestigt, welcher sich daher mit dem Kammrad zugleich herumdrehet. Dieses ist die erste nöthige Bewegung. Die zweyte Bewegung wird durch eine an der Welle des Stirnrades G befindliche Kurbel erhalten. An dieser Kurbel ist eine Schiebestange befindlich, welche horizontal liegt, und in die Zähne eines Sperrades eingreift. An der Welle des Sperrades ist ein Getriebe, welches in die untern Zähne des Wagens eingreift, auf welchem der zu durchbohrende Balken liegt, und wodurch derselbe beständig näher an den Bohrer angerückt wird. Die Flintenbohrmühlen sind wieder einfacher. An der Welle BC des Wasserrades A sind einige Kammräder D, welche in die Getriebe E eingreifen, an deren Wellen sich die stählerne Bohrer FG befinden, die in die Flintenläuffe GH einbohren. Diese liegen auf dem Gerüste oder Bohrstühlen KL, welche fortgeschoben werden können, so wie der Bohrer tiefer in den Flintenlauf eingreift. Gemeiniglich sind

Tab. VII. Fig. 3.

dieses

dieses zugleich Schleifmühlen, um die gebohrten Flintenläufe zu poliren.

Fünfte Klasse der Mühlen.

Wodurch etwas geschliffen wird.

§. 40.

Schleifmühlen.

Die optischen Schleifmühlen sind nur Handmühlen, ihre Structur ist sehr einfach, und sie bestehen gemeiniglich aus zwey Seilrädern, einem grossen und kleinen. Das gröste wird mit Hülfe einer Kurbel umgedrehet, und das kleine läuft daher sehr schnell herum, an dessen Spindel verschiedene Patronen mit ihren metallenen Schleifschüsseln aufgesetzt werden können. Andere Schleifmühlen aber sind ordentliche Wassermühlen. An der Welle BC des Wasserrades A befindet sich ein Stirnrad D, welches in ein Getriebe E eingreift, an dessen Welle verschiedene Schleifsteine in F befestigt sind. Am Ende befindet sich ein Seilrad G, welches durch Hülfe einer Schnur, die um ein kleineres Seilrad H gewunden ist, dasselbe bewegt. An der Welle des kleinen Seilrades befinden sich wieder verschiedene kleinere Schleifsteine. Es pflegen dergleichen Schleifmühlen neben einer Mahl oder andern Wassermühle angelegt, und von eben dem Wasserrade getrieben zu werden. Tab. IV. Fig. 4.

§. 41.

Poliermühlen.

Diese sind von den Schleifmühlen wenig verschieden. Auf der einen Welle sind eben wie bey den Schleifmühlen Schleifsteine von verschiedener Art; auf der andern aber, die durch das Seilrad getrieben wird, sind die Polierscheiben, die theils von purem Holz, theils mit Leder überzogen sind; an welchen die Politur erst mit feinem Sande, hernach mit Trippel und Zinnasche geschieht. Dergleichen Mühlen pflegen mehrentheils bey den Flintenbohrmühlen angelegt zu werden, damit die gebohrten Flintenläufte gleichgeschliffen und polirt werden können.

§. 42.

Dreschmühlen, Heckerlingsmühlen, und Boockmühlen.

Es giebt noch einige Arten von Mühlen, die aber weniger gebräuchlich sind, wodurch theils das Getraide ausgedroschen (Dreschmühlen), theils das Stroh zu Heckerling geschnitten (Heckerlings- oder Hechselmühlen), theils der Flachs gebrochen wird (Flachs- oder Boockmühlen). Es würde dem gemeinen Wesen schädlich seyn, wenn der Gebrauch dieser Mühlen durchgängig eingeführt wäre, Es giebt arme Bauern, Taglöhner, gewisse Handwerker, die nur im Sommer ihre Profeßion treiben können, welche im Winter durch

Dreschen

Dreschen, Hechselschneiden und Flachsbrechen ihr Brod verdienen, und die, wenn sie durch dergleichen angelegte Mühlen ausser Stand gesetzt würden, sich zu nähren, der Republick zur Last fallen würden. Inzwischen giebt es doch Oerter, Zeiten und Umstände, worin Mangel an Taglöhner und Arbeitsleuten vorhanden ist, und in dergleichen Fällen ist es erlaubt, Mühlen von dieser Art, aber nur sparsam anzulegen.

§. 43.

1) Dreschmühlen.

Diese sind entweder mit **Dreschflegeln** versehen, oder mit **Walzen**. Die mit Dreschflegeln werden entweder durch Kurbeln von Menschen bewegt, oder von einem Wasserrade getrieben. Ich finde schon eine dergleichen Mühle in **Schmidts** demonstr. Coll. cur. die 1704 zu Helmstedt gedruckt sind. Am besten beschreibt sie **Beyer** im Theater. mach. mol. p. 116. Sie haben alle den Fehler, daß das Stroh von den Flegeln zu sehr zerschlagen wird. Die mit einer Walze sind weit einförmiger, und zerschlagen das Stroh nicht so. Ihre Einrichtung ist folgende, An einer vertical stehenden Welle AB befindet sich die Deichsel IK, an welcher ein Pferd angeschirrt werden kan. Mitten durch die Welle geht der Hebel CD, andessen beyden Enden sich die obgekürzten Kegel CF und DE befinden. Die- Tab. XIV. Fig. 2.

se haben der Länge nach heruntergehende Einschnitte. Das Getraide wird in dem Kreise DGCH so gelegt, daß die Aehren unter die abgekürzten Kegel kommen. Durch die Umdrehung der stehenden Welle welzen sich diese Körper, und drucken die Körner aus.

§. 44.

2) Heckerlingsmühlen.

Auch hiervon findet sich eine Zeichnung im Beyer, wo das Messer in einem Satter beweglich ist. Ich will meinen Lesern die Beschreibung derjenigen sehr bequem eingerichteten Mühle geben, die ich selbst im Modell besitze. Tab. XIV. Fig. 3. An der Welle des Wasserrades A befindet sich das Stirnrad B, welches in das Getriebe C eingreift. An der Welle dieses Trillings ist die Bewegung gleichförmig zu erhalten, in D ein Schwungrad, in E aber eine Kurbel, welche in F an dem in der Mitte beweglichen Hebel GF befestigt ist. An dem andern Ende des Hebels in G ist die Lenkstange GH, welche an dem krummen Schneidemesser HI fest sitzt. An eben diesem Messer befindet sich die zweyte Stange HK. Diese ist an dem Arm KL der Welle ML fest An dieser Welle sind noch zwey Arme NN, mit den Schiebestangen NO, NO, welche in die Zähne der Sperräder P, P, eingreifen Die Flügelräder QQ sind an der Welle dieser Sperräder,

räder, und schieben das in der Lade RS befindliche Stroh nach und nach unter das Messer. Bey jeder Umdrehung des Kurbel E bewegt sich das Messer HI einmal auf und nieder, zugleich drehet sich die Welle ML, und die Schiebestangen NO stossen die Sperräder um einen Zahn fort, durch welche Bewegung die Flügelräder das Stroh vorschieben.

§. 45.

3) Flachs- oder Boockmühlen.

Den Flachs zu brechen, dienen die zwey Walzen FG und HI. Beyde haben der Länge nach herunter gehende Hervorragungen, so daß bey Umdrehung der Walze FG diese in die Hervorragungen der Walze HI eingreift, und selbige mit umdrehet. Der Flachs liegt auf den zwey schiefen Flächen K und L, die unten etwan einen Zoll breit von einander abstehen. Zwischen diesen zieht sich der Flachs durch, und wird von den beyden Walzen gebrochen. Die Umdrehung geschieht durch das Wasserrad A, an dessen Welle sich das Stirnrad B befindet, so in das Getriebe C eingreift. An der Welle dieses Getriebes ist das Stirnrad D, dieses greift in das Getriebe E, an dessen Welle sich die Walze FG befindet. Tab. XIV. Fig. 4.

Man hat auch Handmühlen von dieser Art, in welchen an der Welle des Stirnrads D sich eine Kurbel befindet, durch deren Umdrehung das Getriebe E nebst den Walzen bewegt wird.

§. 46.

§. 25.
Beschluß.

Es sind noch ausser diesen hier erklärten Arten von Mühlen nicht wenig andere Mühlen, die wir aber hier nicht weitläuftig durchgehen werden. Denn theils sind dergleichen Mühlen keine würkliche Mühlen, sondern andere Maschinen, wie die Bandmühlen, Zwirnmühlen, Strumpfwürkermühlen, und dergleichen. Alles dieses sind zum Theil grosse Stühle, worauf Band, Strümpfe, u. s. w. verfertigt werden, und sie verdienen den Namen der Mühlen nicht; theils sind sie nicht mehr gebräuchlich, oder doch sehr selten. Dahin gehören die **Moddermühlen**, zu Ausräumung des Schlammes aus den Kanälen; dergleichen in Holland gebraucht werden. Dieses sind würkliche Wassermaschinen, deren wir in der Hydrotechnik gedenken werden. Die **Gewichtmühlen**, die durch die Schwere fallender Gewichte getrieben werden, dergleichen **Böckler** angiebt. Dieses sind zwar würkliche Mühlen, die aber wol schwerlich Nutzen stiften können, weil Gewichte die Kraft nicht haben, als Wasser, Wind und Thiere, auch eine besondere Kraft erfordert wird, die Gewichte in die Höhe zu ziehen. Endlich gehören hierher die Wassermühlen mit einem stehenden cylindrischen Wasserrade, die Herr **Euler** angegeben, die aber, so viel ich weiß, noch nie in der Praxi gebraucht sind.

Erste Gründe

der

Hydrotechnik

oder

Wasser-Baukunst.

Erste Gründe der Hydrotechnik.

Allgemeine Einleitung.

§. 1.

1) Begriffe der Hydrotechnik.

Das Wasser ist im gemeinen Leben unentbehrlich, wir brauchen es zum Trinken, zum Kochen, zu verschiedenen öconomischen Dingen, zum Löschen des Feuers, zur Schiffahrt. Es muß daher in einer wohlgeordneten Stadt nie an Wasser mangeln. Allein, so groß der Nutzen des Wassers auch ist, so hindert es uns doch auch oft in unsern Verrichtungen, ja es thut uns oft würklichen Schaden. Reisende, marschirende Armeen und Fuhren, werden durch Ströme und Teiche in ihrem Wege gehindert und aufgehalten, und bey Austretung der Flüsse und Durchbrechung der Deiche und Dämme werden durch

Ueber-

Ueberschwemmungen ganze Länder verheert, und Menschen und Vieh verunglücken. Ueber dieses werden durch die stürmischen Wellen des Meeres, durch einreissende und austretende Ströme die Ufer beschädigt, und viele Aecker und Wiesen oft verderbt und unbrauchbar gemacht. Man hat daher auf Mittel gedacht, sich des Wassers im gemeinen Leben mit Vortheil und Bequemlichkeit zu bedienen, und den von diesem Elemente zu besorgenden Schaden zu verhüten. Die Mathematik giebt uns dazu die besten Mittel an die Hand. Die daraus entstandene Wissenschaft heißt die **Hydrotechnik**, oder Wasserbaukunst.

§. 2.

2) Ihre Eintheilung.

Die Wasserbaukunst hat einen dreyfachen Endzweck. 1) Entweder bedient man sich des fliessenden Wassers, große Maschinen in Bewegung zu setzen, oder 2) man hebt und bewegt das Wasser; oder 3) man schränkt das in Seen und Strömen befindliche Wasser so ein, daß es keinen Schaden verursache. Das **erste** geschieht durch **Wasserräder**, das **zweyte** durch **Wassermaschinen**, und das **dritte** durch **Wasserwerke** oder Gebäude.

§. 3.

§. 3.

Entwurf der Hydrotechnik.

I. Von Wasserrädern.
II. Von Wassermaschinen.
A. Kräfte, wodurch das Wasser gehoben wird, und davon abhängende einfache Maschinen.
a) Eigene Schwere des Wassers.
aa) Schwere allein
1) in gleich hohen Röhren,
2) in einer besonder **Balanciers** Maschine.
bb) Veränderte Richtung der Schwere durchs Umdrehen. **Archimedi**sche **Schnecke**. Das **Tympanum**.
b) Aeussere mechanische Gewalt,
1) Schaufeln,
2) Schaufelwerk,
3) Schöpfwerke,
4) Kastenwerke,
5) Püschelwerke,
6) Schöpfräder,
7) Wasserzange.
c) Druck der Luft.
1) Heber,
2) Stechheber,
3) Saugwerk.
d) Schnellkraft der Luft. Verschiedene Arten von Springbrunnen.

c) Mechanische Gewalt und Druck der Luft, oft auch Elasticität der Luft, zusammen. Druckwerk.

B. Zusammengesetzte Maschinen. Bewegen das Wasser

a) zum nothwendigen Gebrauch,

aa) durch in die Höhe werfen des Wassers in einem Strahl zum löschen des Feuers. **Feuerspritzen.**

bb) Durch blosses Heben, in **Brunnen- und Wasserkünsten.**

cc) Durchs blosse Fortfliessen in **Wasserleitungen.**

b) Zur Lust. Hier

aa) fällt das Wasser in breiten Flächen durch Absätze. **Cascaden.**

bb) Es steigt in einem Strahl in die Höhe.

α) Der Strahl steigt gerade aus einem der Erde gleichen Bassin. Jet d'eau.

β) Der Strahl kann allerley Richtungen haben, das Bassin kan erhöhet seyn. **Fontainen, Springbrunnen.**

cc) Hydraulische Curiositäten.

III. Von Wassergebäuden. Diese

A. Hindern das Einreißen des Wassers

a) Durch Uferbefestigungen,

aa) natürliche,

bb) künstliche,

α) ein-

α) einfache. Vernätherung. Packwerke,
β) zusammengesetzte:
1) Pfahlwerke,
2) Mauerwerke.
b) Durch Dämme und Deiche.

B. Befördern die Schiffahrt, durch
1) Anschwellung der Ströme,
2) Vertiefung der Ströme und Seen,
3) Rollbrücken,
4) Schleusen.

C. Erleichtern die Passirung der Flüsse,
1) Durch Fähren,
2) Schiffbrücken,
3) Brücken.

§. 4.

Hieher gehörige Schriften.

Ich will hier nur die vornehmsten anführen, die ich mehrentheils selbst besitze.

Barratteri Architettura d'acque. Piacenza 656. fol.

Belidor Architectura Hydraulica. Paris 737. gr. 4. Ist in Fol. ins Teutsche übersetzt, in 4 Vol. Augsb. 740—69.

Boeckler Architectura curiosa noua, oder Wasserkunst. Nürnb. 662. Fol.

A. Brahms Anfangsgründe der Deich- und Wasserbaukunst. Aurich 4.

J. B. Eberenz Erste Gründe der Wasserbaukunst an reissenden Strömen. Freyb. 767. 2 Vol. 8.

Frontinus de aquæ ductibus vrbis Romae. Ist 1722. in 4. durch *Polenum* herausgegeben.

D. *Guilielmini* della natura de fiumi. Bologna 697. 4.

Hero von Alexandrien Werke. Sind 1583. 4 zu Paris lateinisch herausgegeben.

G. W. A. Humrich vom Deich- Siel- und Schlengenbau. Bremen 770. 8.

F. T. *de Lanis* Magisterium nat. et artis. Parm. 692. fol.

Leupold theatr. machinarum hydrotechnicarum. Lipf. 724. fol.

Ej. theatr. mach. hydraulicarum. ib. fol.

Mariotte du mouvement des eaux. ist ins Teutsche übersetzt von Meinig. Leipz. 723. 8.

Marpergers Wasserfahrt auf Flüssen und Canälen. Dresd. 723. 4.

C. *Schotti* Mechanica hydraulico - pneumatica. Würzb. 657. 4.

Ej. Magia vniuerfalis naturae et artis. ib. 2 Vol. 4.

J. E. Silberschlag Abhandlung vom Wasserbau an Strömen. Leipz. 756. 8.

Ej. Ausführliche Abhandlung der Hydrotechnik. Leipz. 772. 8.

L. C. Sturm von Fang- Schleusen und Rollbrücken. Augsb. 720. Fol.

S. *Switzer* Introduction to a general Syftem of hydroftatiks and hydrauliks. Lond. 729. med. 4.

I. Von

I. Von Wasserrädern.

§. 5.

Da wir die Theorie der Wasserräder schon bey der Mühlenbaukunst vorgetragen haben; so beziehe ich mich darauf.

II. Von den Wassermaschinen.

§. 6.

Einleitung.

Wir haben hier zweyerley zu bestimmen. Wir müssen 1) die Kräfte betrachten, wodurch das Wasser gehoben wird, und die davon abhangenden einfachen Maschinen erklären; und 2) von den zusammengesetzten Maschinen eine Nachricht geben.

A. Kräfte, die das Wasser heben.

§. 7.

a) Die erste Kraft, wodurch das Wasser gehoben wird, ist dessen eigene **Schwere.** Diese wirkt theils blos durch den Druck, theils durch das Fallen in einer schiefen Röhre oder in einem hohlen Cylinder. b) Die zweyte Kraft ist eine **äusserliche mechanische Gewalt.** Dahin gehören hauptsächlich Menschen oder Thiere und Wasserräder. c) Der **Druck der Luft** ist die dritte Kraft, die das Wasser

bewegt. Da die Luft so stark drückt, als 32 Fuß hoch Wasser; so ist der Druck der Luft im Stande, das Wasser 32 Fuß hoch zu drücken. d) Die Elasticität der untern Luft ist nicht nur dem Druck der Atmosphäre gleich, sondern kann noch durchs Zusammendrucken und die Wärme vermehrt werden. Man kann also auch hierdurch das Wasser heben. Man bedient sich aber dieser Kraft selten, und meist nur zu kleinen Springbrunnen und bey hydraulischen Raritäten. e) Am meisten aber richtet man bey Hebung des Wassers aus, wenn man den Druck der Luft mit mechanischen Kräften verbindet.

a) Das Wasser wird durch seine eigene Schwere gehoben.

§. 8.

Gleich hohe Röhren. Balanciermaschienen.

Wenn Wasser auf einen Berg zu leiten ist, so kann es am geschwindesten gehoben werden, wenn man auf einem benachbarten gleich hohen oder noch höhern Berge einen Teich entdeckt, und gleich hohe Röhren anlegt, wodurch das Wasser herunterfällt und nach dem Grundgesetz der Hydrostatik, in der gegenüber stehenden Röhre eben so hoch steigt. Nur müssen die Röhren der Gewalt des Wassers genugsam widerstehen.

Pin-

Pingeron hat *) eine Balanciermaschine beschrieben, die aber schon vor ihm Schott **) und Switzer ***) angegeben haben, worin das Wasser durch seine eigene Schwere in einem Kloster in Italien in die Höhe gehoben wird. Tab. XIV. Fig. 5.

Die Haupteinrichtung davon ist folgende: Zwey Gefässe C und D, davon C ungleich grösser, aber leichter ist als D, hängen an Ketten über die Scheiben A und B, davon A einen grössern Radium hat als B. In EG ist ein Gerinne, aus welchem sich in dem Stande CD beyde Gefässe füllen. So bald beyde voll sind, sinkt C, weil es schwerer wird, in H nieder, D wird daher in F gehoben. Beyde leeren sich zu gleicher Zeit durch ein leicht anzubringendes Kunststück aus. Da nun D leer schwerer ist als C, so sinkt es wieder bis in D, und C wird von H in C in die Höhe gehoben.

§. 9.

Archimedis Wasserschraube.

Von der Wasserschraube oder Schnecke bemerken wir 1) die Einrichtung. Um eine dicke Spindel AB wird schraubenweis ein Tab. XIV. Fig. 6.

*) S. Journal Encycloped. 1771. im April.
**) Mechanica hydraulico - pneumat. p. 367. seq
***) General Systeem of hydrostatik and hydraul. p. 314. S. auch Belidor Arch. Hydr.

Verschlag von Brettern gemacht, GDEIF. Dieser wird durch einen von Brettern gemachten Kranz oder Mantel CHFG umgeben, welcher einen hohen Cylinder bildet. Diese Maschine wird so gestellt, daß sie mit dem Horizont einen Winkel macht, der unter 45° ist, doch so, daß sie mit dem untern Theil CG im Wasser stehe. 2) Die **Bewegung.** Diese wird durch eine in A angebrachte Kurbel, oder auch durch Pferde oder ein Wasserrad erhalten, durch welche die Schnecke beständig um ihre Achse gedrehet, und das Wasser in die Höhe geschraubt wird. 3) Den **Gebrauch.** Dieser findet nur da statt, wo das Wasser nicht sehr hoch gehoben werden soll. Man bedient sich ihrer daher beym Grundbau, imgleichen zur Ausschöpfung der Schleusen, die nicht sehr tief sind. Einige geben an, man solle eine bleyerne Röhre um eine Spindel in Schraubengängen winden, wie **Wolf.** Dieses findet aber in der Praxi nicht statt, da sich eine bleyerne Röhre nicht ohne die größte Schwierigkeit um eine Spindel winden läßt. Es kann daher dieses nur im Kleinen bey Modellen gebraucht werden. **Morel** hat zur Nachahmung der Archimedischen Schnecke oder Schraube, eine besondere Maschine aus viereckten Röhren angegeben, die in Form eines Zickzacks an einandergesetzt, mit Klappen versehen, um einen Nagel beweglich, und durch

Men-

Menschen hin und her im Schwung bewegt werden. S. Belidor l. c. Lib. 2 cap. 4. Sie ist aber sehr unbequem, und taugt das Wasser hoch zu heben gar nicht. Daher wir uns bey ihrer Beschreibung nicht aufhalten wollen. Man findet die Zeichnung davon beym Belidor.

§. 33.

Das Tympanum der Alten.

Dieses ist ein grosser hohler Cylinder in Form eines Rades, ABCD, der in 4 oder mehr gleiche Theile durch bretterne Zwischenwände getheilt wird. Auf der Seite befindet sich ein kleinerer, aber eben so abgetheilter Cylinder EFGH. In jeder Abtheilung des grossen Cylinders sind oben Löcher in KN. In denen damit verbundenen Abtheilungen des kleinen Cylinders sind diese Löcher unten in L und P. Das Tympanum steht mit dem untern Theil im Wasser. Indem es umgekehrt wird, und das Loch N durchs Wasser geht, so schöpft die eine Abtheilung des Tympani das Wasser ein, und da eben diese Oeffnung bey weiterer Umdrehung oben in K zu stehen kommt, so fällt das Wasser seiner eigenen Schwere wegen in den Nebencylinder, und fließt durch die Oeffnung L in ein davor liegendes Gerinne IM. Tab. XV. Fig. 1.

Man braucht dieses Tympanum selten, theils weil das Wasser dadurch nicht hoch ge-

hoben werden kan, theils weil die Schöpfräder bessere Dienste thun. Es wird gemeiniglich durch ein daran befindliches Tretrad bewegt.

b) Aeussere mechanische Gewalt.

§. 11.

1) Die Schaufeln.

Diese sind von dreyerley Art. **Einfache Schaufeln, Hebeschaufeln, und Schwungschaufeln.** 1) Die einfachen **Handschaufeln** sind, wenn leute genug vorhanden, das bequemste Werkzeug, das Wasser und Schlamm aus Teichen, Gräben, auch wohl Schleusen herauszubringen. Ich habe hier in Halle, durch solche Schaufeln den Schlamm aus einer Schleuse, die ziemlich tief war, in wenig Tagen herauswerfen lassen, wobey der Schlamm auf ein Gerüste, und von diesem aus der Schleuse herausgeworfen wurde. Tab. XV. Fig. 2. 2) **Hebeschaufeln** dienen bey Ueberschwemmungen, das Wasser auszuschöpfen. Sie sind in A an einem Bolzen beweglich, und werden in B vermittelst der Hebel BC durch Menschen erst niedergelassen, und wenn sie sich vollgeschöpft, in die Höhe gehoben, und giessen das eingeschöpfte Wasser aus. 3) **Schwungschaufeln** sind sehr grosse einfache Schaufeln, die weil sie vor einen Menschen zu schwer seyn würr-

würden, durch einen doppelten Strick an einem Gestelle hängen, und werden an dem langen Stiel durch Menschen gehoben. Das Wasser wird durch deren Hülfe ziemlich hoch geworfen.

§. 12.

2) Das Schaufelwerk.

Von dieser sehr nützlichen Maschine bemerken wir 1) die **Einrichtung**. Sie besteht aus einem langen unten und oben offenen hölzernen Kasten AB. Durch denselben werden die viereckten hölzernen Schaufeln E, welche den innern Raum des Kastens, doch ohne gedränge zu gehen, verschliessen, durchgezogen. Diese sind durch eiserne in der Mitte bey F mit einem Gelenke versehene Stäbe mit einander verbunden. Da der untere Theil der Maschine im Wasser steht, so heben sie, bey ihrem Eintrit in den Kasten, das über ihnen stehende Wasser oder Schlamm in die Höhe, und giessen es in das Gerinne AG aus. Tab. XV. Fig. 3.

2) Ihre **Eintheilung** in einfache und doppelte, wo sehr breite Schaufeln durch doppelte eiserne Stäbe verbunden sind.

3) Die **Art**, sie zu bewegen. Die Schaufeln überschlagen sich über eine Welle oder Korb, so aus sechs Armen und dazwischen befindlichen Stöcken besteht. Diese Welle wird gedrehet a) entweder von Menschen, durch Kurbeln, die sich an beyden Enden

der

der Achse befinden, oder b) durch Thiere, Es ist alsdenn, wie bey den Roßmühlen, ein Kammrad an einer mit einer Deichsel versehenen verticalen Welle befindlich. Dieses greift in einen Trilling, an dessen Welle der Korb ist, über welchen sich die Schaufeln bewegen.

4) Ihren **Gebrauch**. Sie werden mehrentheils im Grundbau gebraucht, oder wo Schlamm auszuräumen ist, welcher sich noch besser als das Wasser dadurch heben läßt.

§. 13.

3) Schöpfwerke.

Sie bestehen aus Eimern, die durch eine Kette verbunden sind, und sich über eine sechseckigte Welle oder Korb überschlagen. Wolf beschreibt sie §. 6 Hydraul. Sie giessen das Wasser ungewiß aus, und da die Ketten bey strenger Kälte leicht springen, so werden sie wenig gebraucht.

§. 14.

4) Kastenwerke.

Hier sind statt der Eimer viereckte Kasten, die sich über eine sechseckte Welle überschlagen. Sie haben alle Fehler der Schöpfwerke, und über dieses zerbrechen die Kasten beym öfteren Ueberschlagen sehr leicht, sie werden daher auch wenig gebraucht.

§. 15.

§. 15.

5) Püschelwerke.

Von diesen bemerken wir 1) ihre **allgemeine Einrichtung.** Zu einem Püschelwerk wird eine verticale Röhre AB erfordert, die mit ihrem untern Theil BF im Wasser steht, durch welche gewisse die Röhre völlig verschliessende Körper (oder Püschel) E durchgezogen, und dadurch das Wasser in die Höhe gehoben wird. Zu dem Ende befindet sich a) oben in D und unten in C eine wie ein Trilling eingerichtete Welle, oder Korb, über welchen sich die Püschel überschlagen, und durch deren Umdrehung sie bewegt werden. Tab. XV. Fig. 7.

b) In der verticalen Röhre befindet sich unten in GH eine Oeffnung, durch welche die Püschel durchgehen, und indem sie unter der Welle C durchgehen, beym in die Höhe ziehen, das Wasser im Raum FH fangen, und mit sich in die Höhe führen. Welches denn oben in A in ein Behältniß ausgegossen wird.

2) **Die Art, die Püschel zu machen.** Diese sind a) entweder **Kugeln.** Diese werden theils massiv von Holz gemacht, und mit Leder überzogen, oder besser sind es lederne mit Pferde- und Kuhhaaren ausgestopfte Kugeln. Beyde machen sehr viel Reibung.

b) Oder es sind hölzerne **Halbkugeln** A, deren Durchmesser kleiner ist, als der Durchmesser der Röhre, wodurch sie gezogen werden. Auf diese ist die grössere Scheibe BC Tab. XV. Fig. 4.

von

von ſtarken Leder genagelt, welche den Raum der Röhre völlig verſchließt. Dieſe haben weniger Reibung, und ſind nicht ſo koſtbar, als

Tab. XV. Fig. 5. die vorigen. c) Oder man ſetzt ſie aus zwey hölzernen oder metallenen Scheiben A und B zuſammen, deren Durchmeſſer viel kleiner iſt, als der Durchmeſſer der Röhre. Zwiſchen dieſen iſt die ſtarke lederne Scheibe CD, welche die Röhre genau verſchließt, eingeklemmt, und durch eine Schraube EF befeſtigt. Dieſe Art iſt die beſte und dauerhafteſte. Dieſe Püſchel werden durch Stricke, oder beſſer durch Ketten, mit einander verbunden.

3) Ihre **Bewegung**. Dieſe geſchieht a) überhaupt durch die Umdrehung der Wellen, über welche ſich die Püſchel überſchlagen. b) Insbeſondere aber wird dieſe Welle bewegt, aa) entweder blos durch Menſchen, welche die an der Axe befindliche Kurbeln umdrehen, oder bb) durch Pferde. An der ſte-

Tab. XV. Fig. 6. henden Welle AB befindet ſich das Kammrad C. In FG iſt die Deichſel, wodurch die Welle mit dem Kammrade gedrehet wird. Dieſes greift in das Getriebe D, an deſſen Welle ſich der Korb E befindet, um welchen ſich die Püſchel überſchlagen. Dieſer Methode bedienet man ſich hier in Halle, die Soole im teutſchen Brunnen heraus zu fördern. cc) In manchen Fällen, beſonders nahe an Gebürgen wo ſtarke Bäche ſind, kann man oft Püſchelwerke ohne groſſe Koſten, durch ho-

rizontale Wasserräder auf folgende Art in Bewegung setzen. Aus dem Gerinne RS fällt das Wasser in die gekrümmten Schaufeln des horizontalen Wasserrades O. An dessen Welle MN befindet sich das Kammrad P, dessen Kämme in das Getriebe Q eingreifen, an dessen Welle sich der Korb D befindet, welcher die Püschel bewegt. Tab. XV. Fig. 7.

4) Ihren **Gebrauch.** Püschelwerke können das Wasser leicht und ziemlich hoch heben. Da sie aber durch die beständige unvermeidliche Reibung leicht wandelbar werden; so bedient man sich dererselben hauptsächlich nur alsdenn, wenn das Wasser nicht beständig gehoben werden darf. Wie bey Salzwerken, auch bey Bergwerken, wenn der Zufluß des Wassers nicht sehr stark ist.

§. 16.

6) Schöpfräder.

Von den Schöpfrädern bemerken wir 1) ihre allgemeine **Einrichtung.** Ein Schöpfrad ist ein Rad, an dessen Felgen man gewisse Gefässe anbringt, wodurch das Wasser in die Höhe gehoben wird.

2) Ihre **Eintheilung.** An den Felgen sind a) entweder **Schaufeln,** und diese heißen Schaufelräder. Zwischen den beyden Kränzen des Rades AC und BD befinden sich Schaufeln AB, deren besondere Abbildung in G vorgestellt. Diese schöpfen Tab. XV. Fig. 8.

das

das Wasser in E ein, und werfen es gegen F herüber: b) oder nicht; alsdenn aa befinden sich an der Stirne des unterschlächtigen Wasserrades zwischen den Schaufeln, Kasten mit auf der Seite angebrachten Oefnungen, wie dergleichen Wolf beschreibt, Hydraul. Dieses sind aber die schlechtesten. Oder bb) es sind von aussen an dem Rande an einem Nagel bewegliche Kasten angebracht. Diese schöpfen sich unter dem Wasser in C von selbst voll. Bey weiterer Umdrehung des Rades hängen sie ihrer Schwerer wegen vertical, wie bey D. Kommen sie aber in A, so überwerfen sie sich über ein in E hervorragendes starkes Holz, bekommen dadurch eine horizontalelage, und schütten das Wasser in das Gerinne FG aus. Oder cc) an der Stirne des Wasserrades befinden sich statt der Kasten Eimer, die sich auf eben die Art voll schöpfen, und das Wasser oben ausgiessen.

Tab. XVI. Fig. 1.

3) Die Art, sie zu bewegen. Schaufelräder werden durch ein an der Welle des Rades angebrachtes Wasserrad bewegt, weil Treträder zu langsam gehen. In Holland bewegt man sie durch Windflügel. Das Schöpf- oder Schaufelrad A ist an der schiefen Welle BC befestigt, welche durch die Windflügel gedrehet wird. Diese sind durch das Gestelle EGFHI fest. Dieses kan durch die Fahne EF, welche sich um die Welle GI drehen läßt, nach dem Winde gestellt werden. Die gewöhnli-

Tab. XVI. Fig. 2.

chen

chen Schöpfräder sind gemeiniglich zugleich unterschlächtige Wasserräder, doch kann man sie auch in gewissen Fällen durch ein an ihre Welle befestigtes Tretrad bewegen.

4) Ihren **Gebrauch** Da solche Räder nicht sehr hoch seyn können, und noch dazu um einen Theil im Wasser stehen müssen, so können Schöpf- und Schaufelräder nirgend anders angebracht werden, als wo das Wasser nicht sehr hoch gehoben werden darf. Man braucht die Schaufelräder insbesondere zur Austrocknung überschwemmter Gegenden, und Ausschöpfung der Schleusen und Kanäle. Die Schöpfräder werden auch sonst zu Wasserkünsten gebraucht, dieses geschieht aber selten.

§. 17.

7) Wasserzange oder Wasserkuppe.

Die Wasserzange nähert sich schon dem äussern Ansehn nach, und wegen der darin befindlichen Ventile, den Saug- und Druckwerken, ohngeachtet sie noch zur ersten Klasse der Wassermaschinen gehört. Wir merken uns von ihr 1) ihre **Einrichtung**. Die hölzerne Röhre AB hat in A eine Seitenröhre zum Ausguß, in B eine aufwärts gehende Klappe. Diese Röhre steht auf einem hölzernen Kasten BCGD, der unten offen, auf den Seiten platt, forne aber in BD nach einem Cirkelschnitt aus dem Mitelpunct C geründer Tab. XVI. Fig. 3.

ist, damit das Brett CD sich bequem auf und nieder bewegen könne. In C befindet sich eine Welle, in welche das Brett CD, welches in der Mitte E eine aufwärts gehende Klappe hat, eingezapft ist, so daß bey Umdrehung der Welle dieses Brett in B gehoben und wieder bequem herunter bewegt werden kann. An eben dieser Welle befindet sich von aussen der Hebel CF, wodurch die Welle bequem gedrehet werden kann. Dieser Kasten steht bis in HI im Wasser. Wenn CD herunter gedrückt wird, so stößt das Wasser die Klappe E auf, und tritt in den Raum CBD. Wird CD in die Höhe gegen BC gedrückt, so stößt das Wasser die Klappe B auf, und tritt in die Röhre AB. Eben diese Klappe B hindert aber dessen Zurückfallen. Bey jeder neuen Bewegung von CD wird frisches Wasser in die Röhre AB hineingetrieben, es steigt also in derselben in die Höhe, bis es durch die Ausgußröhre A herausfließt.

2) Ihren **Gebrauch.** Man kann sich nur in solchen Fällen ihrer bedienen, wo das Wasser geschwinde, aber nicht hoch gehoben werden soll, z. E. im Grundbau. Sie wird daher selten bey andern Gelegenheiten gebraucht.

c) Druck

c) Druck der Luft.

§. 18.

Ueberhaupt.

Die Luft hält das Gleichgewicht mit einer Wassersäule, die 32 Fuß hoch ist. Sie ist also im Stande, das Wasser bis zur Höhe von 32 Fuß durch ihren blossen Druck zu heben, so bald das Gleichgewicht der Luftsäulen unter einander gehoben wird. Dieses Gleichgewicht wird auf verschiedene Art gehoben. Es geschieht dieses theils ohne einen **Embolum**, theils mit demselben.

§. 19.

a) Ohne Embolo.

Ohne Embolo wird das Wasser gehoben, 1) indem durch Hülfe des **Feuers** ein luftleerer Raum hervorgebracht wird, in welchen das Wasser durch den Druck der Luft steigt. So ist die erste Erfindung des **Savery** von der Feuermaschine beschaffen gewesen. S. *Switzer* Gener. Syst. of hydr. and hydr. p. 325. 2) Durch blosse **Verschliessung** der obern Oeffnung einer Röhre im **Stechheber.** 3) Durchs **Aussaugen** oder durch blosses Anfüllen mit Wasser, wodurch die Luft herausgetrieben wird, im gemeinen Heber. Wozu auch einige Arten von Springbrunnen gehören, die wir unten betrachten werden.

§. 20.

b) Mit einem Embolo. Saugwerke.

Von diesen bemerken wir 1) ihre **Einrichtung.** Sie bestehen aus einer viereckten oder cylindrischen Röhre, in welcher unten ein Ventil ist, welches sich nur aufwärts öffnet. Ueber diesem befindet sich an der Kolbenstange der Kolben oder der Embolus, in welchem ebenfalls ein Ventil vorhanden ist. Wir haben hierbey besonders a) die Röhre AB zu betrachten. (Tab. XVI. Fig. 4.) Diese muß bey Saugwerken, die beständig und lange arbeiten, von Holz, cylindrisch und ausgebohrt seyn. In Bergwerken ist sie oft von Eisen. In Saugwerken, die nur auf eine kurze Zeit, z. E. zum Ausschöpfen eines Kanals oder Schleuse gebraucht werden, sind sie viereckt aus vier zusammen gefügten Brettern gemacht. b) **Die Ventile.** In Saugwerken, die nur auf eine kurze Zeit gebraucht werden, macht man die Ventile von Holz. Es wird in ein Brett, welches sich völlig in die Röhre paßt, ein viereckt loch eingeschnitten, auf welchem sich ein viereckter Deckel oder Klappe befindet, die mit leder verwahrt, und auf der einen Seite der länge nach mit einem Charnier versehen ist, welches aus zwey eisernen Haspen, die sich um einen Bolzen drehen, besteht. In beständigen Saugwerken aber muß das Ventil von Messing seyn. Die gewöhnlichste Art ist, daß man sie in Form eines

eines umgekehrten abgekürzten Kegels macht, der sich in eine eben so ausgeschnittene Vertiefung von Meßing paßt. Unten ist an dem abgekürzten Kegel eine kurze Stange mit einem Knopf. Diese Stange geht durch einen meßingenen Ring, der aber den Knopf nicht durch läßt, und daher hindert, daß das Ventil nicht zu hoch gehoben und aus der Pfanne geworfen werde. c) **Den Kolben** oder Embolus. Dieser besteht gemeiniglich aus einem kurzen massiven hölzernen Cylinder, der mit einigen löchern durchbohrt ist. Oben ist er mit einem dicken Leder bedeckt, welches aber nur mit ein paar Nägeln befestigt, damit es von dem durch die Oeffnungen des Stempels heraufdringenden Wasser, in die Höhe gehoben werden könne. In der Mitte des Emboli ist die Kolbenstange, die bey guten Saugwerken von Eisen seyn muß, befestigt, durch deren Hülfe der Kolben auf und nieder bewegt werden kann. Weil durch diese löcher der hölzerne Kolben sehr geschwächt, auch bey grossen Saugwerken das Wasser beym Durchgang durch die Oeffnungen des Kolbens sehr aufgehalten wird, und von der Gewalt des durchdringenden Wassers das obere Leder sehr leidet; so schlägt **Belidor** Arch. hyd. lib. 3. cap. 3. eine andere Art von hohlen Kolben vor.

§. 21.

Würkungsart der Saugwerke.

2) Wir betrachten ferner die Wirkungsart des Saugwerks. Sobald der Kolben aus C in die Höhe gegen D gezogen wird, entsteht in CD ein luftleerer Raum. Die Luft, welche von aussen auf das Wasser druckt, hebt daher das Wasser unter dem Ventil C in die Höhe. Sobald der Zug aufhört, fällt das Ventil, seiner eigenen Schwere wegen, zurück, und verschließt die Oeffnung bey C. Wird der Kolben D wieder herunter getrieben, so dringt das gedrückte Wasser, durch die Löcher des Emboli, hebt das locker aufgenagelte Leder in die Höhe, und tritt über das Leder. Dieses wird durch die Schwere des darüber stehenden Wassers fest an die Oeffnungen des Stempels gedrückt, und verschließt sie so, daß das Wasser nicht wieder zurück fließen kann. Es wird dieses daher beym zweyten Zuge des Kolbens in die Höhe gehoben, und fließt durch die Ausgußröhre E heraus.

Tab. XVI. Fig. 4.

§. 22.

Art, den Kolben zu bewegen.

3) Was die **Bewegung des Kolbens** betrift, so wird diese überhaupt auf dreyerley Art erhalten, a) durch einen Hebel, b) durch eine Kurbel, c) durch Kehrräder.

a) Durch einen Hebel wird die Kolbenstange bewegt; aa) einmal durchs auf und nieder

nieder bewegen des Hebels, wie an den gewöhnlichen Wasserplumpen, an welchen entweder ein Hebel der ersten Art (vectis herodromus) oder ein Hebel der zweyten Art, (vectis homodromus) dergestalt angebracht ist, daß die Kolbenstange nahe an dem Ruhepunct durch ein Gelenke befestigt, der lange gekümmte Arm aber von Menschen mit der Hand auf und nieder bewegt wird. bb) Durch **Treten.** Dergleichen beschreiben **Belidor** und **Switzer.** Der lange Balancierbalken AB, an dessen beyden Enden schwere Gewichte befestigt sind, ist in der Mitte in C an der vertikalen eisernen, unten mit einem Ring, wodurch die Balancierstange geht, versehenen Stange befestigt. Von der Balancierstange gehen zwey eiserne Arme herunter, die in F und G an dem Balancierbrett FG befestigt sind. Durch dieses Brett gehen bey H und I die Kolbenstangen HK und IL, und sind mit Nieten darin feste. Auf dem Balancierbrett steht ein Mensch, der in D und E die Balancierstangen fest hält, in O und P aber mit den Füssen das Brett bewegt, und dadurch beyde Kolbenstangen wechselsweise hebt. cc) Durch **Ziehen.** Davon giebt **Belidor** (Arch. hydr. 3 Buch 4 Cap.) Beyspiele. Wir wollen nur eine Art beschreiben. Eine horizontal auf Zapfen ruhende Welle ist mit zwey Armen versehen. An dem hintern Arm ist ein Gewicht, an dem vordern Arm

Tab. XVI. Fig. 5.

aber nahe an der Welle die Kolbenstange, und am Ende des Arms eine mit einem Ring versehene Kette. Wenn diese herunter gezogen wird, geht die Kolbenstange mit dem Arm, an welchem sie fest sitzt, herunter, das gegen über liegende Gewicht aber wird gehoben. Dieses sinkt hernach von selbst nieder, und zieht die Kolbenstange wieder in die Höhe.

b) Durch eine Kurbel. Diese wird entweder aa) durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt, oder bb) durch Windflügel.

aa) Bey dem Wasserrad ist wieder eine doppelte allgemeine Methode. α) An der Kurbel, welche an der Welle des Wasserrades befestigt ist, befindet sich eine Zugstange. Und hier ist die Zugstange αα) entweder vertical. In diesem Fall ist die Zugstange BC des Wasserrades A an dem Arm CD einer horizontalen Welle DE befestigt. An dieser Welle befinden sich ein oder mehrere Arme in F und G, welche einander allezeit gerade entgegen gesetzt sind, damit die eine Kolbenstange zu eben der Zeit herunter gehe, wenn sich die andere hebt. An diesen zweyen sind die Kolbenstangen der Saugwerke befestigt. Wenn daher die Kurbel in die Höhe geht, so hebt sie den Arm CD, und drehet dadurch die Welle zum Theil herum. Dadurch gehet der Arm G herunter und F in die Höhe, und eben so bewegen sich die Kolbenstangen. Geht die Kurbel herunter, so geht F herunter und G in die Höhe. Oder

Tab. XVI. Fig. 6.

ββ) die

ββ) die Zugstange ist **horizontal**. Diese ist auf der andern Seite mit einem Kunstkreuz verbunden, durch dessen horizontale Arme die Kolbenstangen bewegt werden. Davon werden unten bey den Bergwerksmaschinen Beyspiele aegeben werden. Oder β) es ist keine dergleichen Zugstange da. In diesem Fall macht man gemeiniglich doppelte Kurbeln. An der Welle BC des Wasserrades A befindet sich die doppelte Kurbel CD, woran in E und F zwey Kolbenstangen dergestalt fest sitzen, daß die in E befestigte zu eben der Zeit herunter geht, wenn die in F in die Höhe steigt. Tab. XVI. Fig. 7.

bb) Oder die Kurbel wird durch Windflügel bewegt. Die einfachste Art davon ist folgende: An der Welle AB der Windflügel ist in C eine eiserne Kurbel, an welcher die Kolbenstange CD der Plumpe befestigt ist. Diese steht in H im Wasser. DEF ist der Bock oder das Gestelle, worauf die Windmaschine ruht, und G ist die Windfahne. Man kann auch hier, wenn mehr Plumpen getrieben werden sollen, doppelte Kurbeln anbringen, damit, wenn eine Kolbenstange steigt, die andere herunter gehe. Tab. XVII. Fig. 1.

c) Es werden aber auch oft die Kolbenstangen durch **Kehrräder** in Bewegung gesetzt. Diese bewegen aa) entweder ein mit Zähnen versehenes Gatter, an welchem sich eine Zugstande befindet, die an einem Kunstkreuze fest ist. Dergleichen werden

wir unten bey den Bergwerksmaschinen beschreiben. Oder bb) nach Belidors Angabe ist

Tab. XVII. Fig. 2.

die Kolbenstange AB oben in AC mit Zähnen versehen, in welche die Zähne des Kehrrades D dergestalt eingreifen, daß bey der Umdrehung des Kehrrades, die Kolbenstange herunter getrieben wird. Sobald der letzte Zahn des Kehrrades von der Stange abgeht, so wird dieselbe durch das Gewicht P, welches an einem über die Rolle Q gehenden Strick hangt, und welches oben mit der Kolbenstange verbunden ist, wieder in die Höhe gezogen. Da nun, wenn die glatte Seite des Kehrrades herum ist, die Zähne desselben wieder in die Zähne der Kolbenstange eingreifen; so treiben sie dieselbe wieder herunter. Statt des in P angehängten Gewichts kann man auch die Kolbenstangen selbst in A mit Gewichten beschweren. Das Kehrrad aber wird durch ein an dessen Welle befindliches Wasserrad bewegt. Noch besser gefällt mir Switzers

Tab. XVII. Fig. 3.

Methode. An der Welle des Wasserrades AB sind in CM und DN zwey Vertiefungen ausgeschnitten. Die Vertiefung CM ist blos auf der linken Seite mit Stöcken in Form eines Trillings besetzt, die rechte Seite hat keine Stöcke. An dem Einschnitt DN ist es verkehrt. Die rechte Seite ist mit Stöcken besetzt, die linke nicht. Die Kolbenstangen EF und GH der Plumpen K und L sind oben mit Zähnen versehen, die just so weit

von

von einander entfernt sind, als die Stöcke von CM und DN. Beyde Stangen sind über dieses durch ein Seil verbunden, das über die Rolle I geht, so daß, wenn die eine Kolbenstange herunter geht, die andere dadurch in die Höhe gezogen wird. Indem nun die Welle sich umdreht, so greifen die auf der linken Seite von CM befindliche Stöcke in die Zähne der Kolbenstange EF ein, und treiben sie herunter; dadurch geht also die Kolbenstange GH in die Höhe. Da auf der rechten Seite von CM keine Stöcke sind, so greift auch nichts mehr in die Zähne der Kolbenstange, wenn die Welle halb herum ist. Hingegen greifen nun die Stöcke von DN in die Zähne der Kolbenstange GH, und drücken diese herunter, wodurch denn EF wieder in die Höhe gezogen wird. Ich würde hier statt der Rolle I eine Welle mit zwey Armen anbringen, an welchen die Kolbenstangen durch ein Gelenk befestigt werden könten. d) Man kann sich auch zur Bewegung der Kolbenstangen des Dampfes vom kochenden Wasser bedienen, welches in den Feuermaschinen geschieht, von welchen wir in einem besondern Anhange weitläuftiger handeln werden.

§. 23.

Gebrauch der Saugwerke.

4) Endlich müssen wir den Gebrauch der Saugwerke bestimmen. Der Nutzen

der

der Saugwerke im gemeinen Leben ist sehr groß. Man bedient sich deren a) zu den bekannten Wasserplumpen, wodurch das Wasser zum ökonomischen Gebrauch, aus der Erde, oder Flüssen herausgehoben wird. b) Zum Ausschöpfen der Schleusen und Kanäle ist nichts besser und würkt geschwinder als Saugwerke. Ich habe vor einigen Jahren bey der Reparatur der Gimritzer Schleuse, welche in vielen Wochen durch ein Schaufelrad nicht konnte ausgeschöpft werden, das Wasser in etlichen Stunden durch 4 Plumpen herausgeschafft. c) Man bedient sich ferner der Plumpen auf den Schiffen, um das in den Raum eingedrungene Wasser geschwinde herauszuwerfen. So daß die Plumpen auf jedem Schiff unentbehrlich sind. Kurz, man kann durch Saugwerke das Wasser in jedem Fall geschwinde heben, wo die Höhe nicht über 30 Fuß ist. Allein d) wenn dasselbe über 30 Fuß mit Saugwerken gehoben werden soll; so müssen mehrere Plumpen über einander gestellt werden. Man bediente sich dieser Methode sonst bey Wasserkünsten, und auch unsere hiesige Hallische schöne Wasserkunst, wodurch unsere ganze Stadt mit Wasser versehen wird, war sonst so eingerichtet. Weil aber dergleichen Künste beständigen Reparaturen unterworfen sind, so hat man an deren Stelle hier und an andern Orten Druckwerke angelegt, die zwar in

ihrer ersten Einrichtung kostbarer sind, man erspart dieses aber in wenigen Jahren wieder, weil sie weniger Reparaturen bedürfen. Nur auf den Bergwerken hat man die Plumpen zu den Künsten beybehalten müssen, wovon unten gehandelt werden soll.

d) Schnellkraft der Luft.

§. 24.

Die Schnellkraft der Luft kann auf eine zwiefache Art vermehrt werden, entweder durch die **Zusammendrückung**, oder bey eingeschlossener Luft, durch die **Wärme**. Zu grossen Maschinen bedient man sich derselben nie allein. Sie wird nur bey kleinen beweglichen Springbrunnen gebraucht. Der Heronsbrunnen, der Kircherische Brunnen, u. a. dergleichen, die theils **Wolf** in seiner Hydraulik anführt, theils ich in den Ersten Gründen der Naturlehre im 2 Th. Cap. 3. beschrieben habe, werden durch die Schnellkraft der Luft getrieben. Wir werden etwas davon bey der Theorie der Springbrunnen gedenken.

e) Schwere der Luft mit dem mechanischen Druck eines Emboli verbunden: Druckwerk.

§. 25.

Druckwerk überhaupt.

Da das Wasser durch den blossen Druck der Luft, nicht über 30 Fuß gehoben werden kann,

kann, so ist man genöthiget worden, in solchen Fällen, wo es zum Gebrauch nothwendig höher gehoben werden muß, eine äussere mechanische Gewalt, welche einen Kolben niederdrückt, und dadurch das Wasser höher hebt, zu Hülfe zu nehmen. Daraus sind die **Druckwerke** entstanden, bey welchen auch oft so gar die Schnellkraft der Luft zur Verstärkung der Gewalt gebraucht wird. Wir haben hierbey 1) die Einrichtung des Druckwerks überhaupt zu bestimmen, 2) die Wirkungsart zu erklären, 3) die Eintheilung derselben anzugeben, 4) die Art, die Druckwerke zu bewegen, vorzutragen, 5) etwas von dem Gebrauch derselben hinzuzufügen, und endlich 6) von den Eigenschaften eines guten Druckwerks und der Berechnung desselben einen kurzen Begriff zu geben.

§. 26.

1) Einrichtung des Druckwerks.

1. Zu einem Druckwerk wird erfordert a) eine Saugröhre, b) eine Steigröhre, c) die Kolbenröhre oder Stiefel, d) der Kolben, und e) einige Ventile. Tab. XVII. Fig. 4. a) Die **Saugröhre** AB steht mit dem untern offenen Theile im Wasser, oben bey A ist sie gegen den Stiefel zu mit einem aufwärts gehenden Ventile verschlossen. b) Die **Kolbenröhre** hat ausser der obern Oeffnung C, durch

durch welche der Embolus hereingebracht wird, die man durch einen Deckel, zu Verhütung, daß sich kein Staub und Unreinigkeit hinein setze, verschliessen kann, eine Seitenöffnung in F, an dieser ist die Kropfröhre FD, welche den Stiefel mit der Steigröhre HE verbindet. An dieser ist entweder in F oder H ein Ventil, das blos aufwärts geht. Diese Röhren und Ventile müssen insgesamt von Meßing oder Metall seyn. In dem Stiefel befindet sich c) der Embolus oder Kolben. Dieser besteht aus einer dicken kurzen meßingenen Platte AB, deren Durchmesser etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien kleiner ist, als der innere Durchmesser des Stiefels. An diesem ist oben in H ein Ring, in welchem die Kolbenstange fest sitzt, unten aber ist ein kleiner Cylinder von Meßing CD, der sich in DK in eine Schraube endigt. Alle diese Theile sind aus einem Stück gegossen. Es werden darauf unter die Platte AB dicke lederne Scheiben gelegt, die in der Mitte ein loch haben, durch welches der Cylinder CD durchgeht. Diese Scheiben sind von gutem dichten Leder, und etwas gröſſer, als die innere Höhlung des Stiefels. Wenn diese Scheiben fest an einander geschlagen sind, so wird an die Schraube DK eine kupferne Scheibe LM angeschraubt. Die dadurch fest zusammen gepreßte lederne Scheiben EF werden alsdenn auf einer Drechselbank so weit abgedrehet, bis

Tab. XVII. Fig. 5.

sie

sie mit dem Cylinder AB einerley Durchmesser haben. Man stößt alsdenn den an die Stange befestigten Kolben, bis ganz in den Stiefel herunter, und begießt ihn mit Wasser. Dadurch quellen die ledernen Scheiben EF, und verschliessen alsdenn den inneren Raum des Stiefels völlig. e) Die Ventile sind von Meßing, wie die untern Ventile der Saugwerke. S. §. 19.

§. 27.

2) Würkungsart. 3) Eintheilung.

2. Da der untere Theil des Druckwerks ein wirklich Saugwerk ist, so läßt sich die Wirkungsart des Druckwerks leicht einsehen. Tab. XVII. Fig. 4. Wenn der Kolben l, der vorher auf dem Ventil G gelegen, gegen C in die Höhe gezogen wird; so wird der Raum IG luftleer. Die in der Saugröhre AB befindliche Luft dehnt sich daher aus, stößt das Ventil auf, und tritt zum Theil in diesen Raum. Dadurch wird die Luft in AB verdünnet, und kann das Gleichgewicht mit der äussern Luft nicht mehr halten. Der Druck der äussern Luft hebt daher das Wasser bis I. Da beym Heruntertreiben des Kolbens das Wasser weder durch das nun verschlossene Ventil G zurück, noch durch den maßiven Kolben durchdringen kann; so wird es durch die Oeffnung F in die Kropfröhre FD getrieben, stößt das Ventil H auf, und tritt in die Steigröhre HE.

Da

Da bey jeder Bewegung des Kolbens eine neue Quantität Wasser in die Steigröhre tritt, welches durch das Ventil H zurückzufallen gehindert wird, so wird das Wasser immer höher getrieben, so weit es die mechanische Gewalt, welche die Kolbenstange treibt, heben kann.

Wir kommen 3) zur **Eintheilung.** Wenn Druckwerke a) nur einen Stiefel haben, so sind sie **einfach.** b) Bestehen sie aber aus zwey oder mehr Stiefeln, deren Kropfröhren das Wasser in eine Steigröhre zusammenleiten, so heissen sie **zusammengesetzte Druckwerke.**

§. 28.

4) Art, die Druckwerke zu bewegen. 5) Gebrauch.

4. Die Art, die Druckwerke zu bewegen. Die Kolbenstange der Druckwerke kann durch eben die Kräfte bewegt werden, wie bey den Saugwerken. Es kann durch Hebel, Kurbeln, Kehrräder und durchs Feuer geschehen. Der Hebel und die Kurbeln werden am öfftersten gebraucht. Da wir schon die besondern Applicationen dieser Kräfte bey den Saugwerken betrachtet haben, die Abweichungen und Bestimmungen in der Praxi aber unten bey den zusammengesetzten Maschinen angegeben werden sollen; so ist es nicht nöthig, hier davon weitläuftiger zu handeln.

5. Bey dem Gebrauch der Druckwerke merken wir hier nur überhaupt, daß sie an

allen solchen Orten angebracht werden, wo das Wasser sehr hoch zu heben ist, wie bey Feuerspritzen, Wasserkünsten, Jet d'eaus und grossen Fontainen.

§. 29.

6) Eigenschaften und Berechnung der Druckwerke.

6. Zu einem guten Druckwerk gehören drey Stücke. 1) Die Weite, Höhe und Stärke der Stiefel muß der Gewalt, welche die Kolbenstange bewegt, proportionirlich seyn. 2) Die Durchmesser der Saugröhre, Kolbenröhre und Steigröhre müssen eine gehörige Verhältniß haben. 3) Der Kolben und die Ventile müssen gut beschaffen seyn.

1) Um den Diameter des Stiefels zu berechnen, muß man a) die Schwere des Wassers, das gehoben werden soll, wissen. Wir setzen, 1 Cub. Fuß Wasser wiege 70 Pf. *) und man reducire dieses auf cylindrischem Maaß zu mehrerer Leichtigkeit. Man nehme also einen Cylinder an, der 1 Fuß im Durchmesser und 1 Fuß zur Höhe hat, so wird man finden, die Schwere betrage $54 + \frac{950}{1000}$ Pf. oder 55 Pf. Gesetzt also, ein Druckwerk soll das Wasser 30 Fuß hoch heben; so wird, wenn der Durchmesser der Röhre 1 Fuß = 10″ ist, die Schwere des zu hebenden Wassers seyn 1650 Pf. Und so groß muß die Gewalt seyn, welche das Druckwerk ausübt, wenn man nicht auf die Geschwindigkeit sieht. b) Da alle

*) Pariser Maaß.

alle Cylinder sich verhalten, wie die Quadrate ihrer Durchmesser, so kann die Verhältniß der Durchmesser gar leicht auf folgende Art bestimmt werden. Es sey die Kraft, welche das Wasser auf 30 Fuß hoch durch ein Druckwerk heben soll, = 600 ℔; so kann man schliessen: wie die Kraft 1650 ℔ sich verhält zum Quadrat des Durchmessers von 10″, so verhält sich die Kraft der 600 ℔ zum Quadrat des Durchmessers der dazu gehörigen Röhre, aus welcher hernach die Quadratwurzel gezogen werden muß. Diese ist der verlangte Durchmesser der Kolbenröhre. 1650: 100 = 600: Quadr. des gesuchten Diameters. Dieses ist also mit Weglassung der Brüche 36″, dessen Wurzel = 6″, und dieses ist der gesuchte Durchmesser der Kolbenröhre. c) Was die Höhe des Stiefels anbetrifft, so kann man diese aus folgenden Gründen bestimmen. αα) Da die Kolbenstange mit dem Hebel, oder der Kurbel, welche sie in Bewegung setzt, beym in die Höhe steigen, einen schiefen Winkel macht, der desto schiefer wird, je höher die Kolbenstange steigt, bey einer schiefen Wirkung aber ein Theil der Kraft verlohren geht, (Naturl. §. 67.) so muß man dieselbe so wenig steigen lassen, als es nur möglich ist. Dazu kommt, daß bey einem schiefen Stoß der Kolben an den Stiefel angedruckt wird, welches nicht nur die Reibung vermehrt, sondern auch die Maschi-

ne selbst beschädigt. ββ) Wenn die Kolbenstange zu hoch steigt, so kann der Raum zwischen ihr und dem untern Ventil durch die Saugröhre nicht geschwinde genug mit Wasser angefüllt werden. Es bleibt also zwischen der Oberfläche des Wassers und dem Kolben ein unnützer, ja schädlicher leerer Raum, welcher vermieden wird, wenn man den Kolben nicht zu hoch steigen läßt. γγ) Wenn eine gewisse Quantität Wasser, z. E. 41 ℔, bey jedem Zuge der Kolbenstange, unter der Höhe von 3 Fuß gehoben würde: so müste unter der halben Höhe $1\frac{1}{2}$ Fuß nur die Hälfte 20 ℔ gehoben werden. Wenn aber unter dieser Höhe, die Kolbenstange sich zweymal auf und nieder bewegte, so würde eben die vorige Quantität Wasser gehoben werden. Da es nun dem Druckwerk zuträglicher ist, wenn die Kolbenstange sich nicht hoch bewegt; so folgt, daß man lieber die Geschwindigkeit der Bewegung vermehren, und die Höhe des Hubes in eben der Verhältniß vermindern müsse. Es versteht sich aber von selbsten, daß man auch hierin nicht zu weit gehe. Wenn sich die Kolbenstange zu geschwinde bewegt, so wird theils die Reibung des Kolbens mit der innern Fläche des Stiefels zu groß, theils entsteht wieder ein schädlicher leerer Raum unter dem Kolben. Denn da zum Uebergang des Wassers aus der Saugröhre durch das Ventil in den Stiefel, eine gewisse Zeit erfordert

dert wird; so kann der Stiefel sich nicht gehörig füllen, wenn die Bewegung des Kolbens zu schnell ist.

Wir wollen zur Probe einen besondern Fall durchgehen. Gesetzt, es solte durch ein Druckwerk mit einem Stiefel, das Wasser 30 Fuß hoch dergestalt gehoben werden, daß alle Minuten 210 Kannen heraufgeschafft würden, und die hebende Kraft betrage 412 ℔, so wird (nach lit. b.) der Durchmesser der Röhre ohngefehr 5″ seyn. Nun berechne man einen Cylinder, dessen Durchmesser 5″ ist, dessen Inhalt aber 210 Kannen beträgt. Jede Kanne zu 2 ℔ gerechnet, sind 210 K. = 420 ℔. Nun nehme man an, der Kolben soll in einer Minute 20mal auf und nieder gehen. Man dividire also die Masse des Wassers 420 durch 20, so giebt der Quotient 21 ℔, die Quantität des Wassers, das auf einmal gehoben wird. Nun stelle man sich einen Cylinder vor, dessen Durchmesser 5″, dessen Masse aber 21 ℔ beträgt. Es sind aber, den Cubicfuß zu 70 ℔ gerechnet, 21 ℔ = 300″ Cub. Man dividire die Grundfläche dieses Cylinders in die Masse, so kommt beynahe 15, welches die Höhe ist, zu welcher der Kolben bey jedem Hube steigen muß. Man kann daher den Stiefel 16″ hoch machen.

b) Die Dicke des Metalles zu bestimmen, giebt **Belidor** eine Tabelle an, davon wir

hier einen Auszug für kupferne oder messingene Stiefel beyfügen.

Die Diameter der Röhren in Zollen.

Höhe der kupfernen Röhren.	2	4	6	8	10	12
	Die Stärke oder Dicke der Röhren, in Linien und Puncten.					
10	— ; $\frac{2}{3}$	— ; $\frac{2}{3}$	— ; 1	— ; 1	— ; 2	— ; 2
20	— ; 1	— ; 1	— ; 2	— ; 3	— ; 3	— ; 4
30	— ; 1	— ; 2	— ; 3	— ; 4	— ; 5	1 ; —
40	— ; 1	— ; 3	— ; 4	— ; 5	1 ; 1	1 ; 2
50	— ; 2	— ; 3	— ; 5	1 ; 1	1 ; 2	1 ; 4
60	— ; 2	— ; 4	1 ; —	1 ; 2	1 ; 4	2 ; —
70	— ; 2	— ; 5	1 ; 1	1 ; 3	2 ; —	2 ; 2
80	— ; 3	— ; 5	1 ; 2	1 ; 5	2 ; 1	2 ; 4
90	— ; 3	1 ; —	1 ; 3	2 ; —	2 ; 3	3 ; —
100	— ; 3	1 ; —	1 ; 4	2 ; 1	2 ; 5	3 ; 2
110	— ; 4	1 ; 1	1 ; 5	2 ; 3	3 ; —	3 ; 4
120	— ; 4	1 ; 2	2 ; —	2 ; 4	3 ; 2	4 ; —
130	— ; 4	1 ; 3	2 ; 1	2 ; 5	3 ; 4	4 ; 2
140	— ; 5	1 ; 3	2 ; 2	3 ; 1	4 ; —	4 ; 4
150	— ; 5	1 ; 4	2 ; 3	3 ; 2	4 ; 1	5 ; —
160	— ; 5	1 ; 5	2 ; 4	3 ; 3	4 ; 3	5 ; 2
170	1 ; —	1 ; 5	2 ; 5	3 ; 5	4 ; 4	5 ; 4
180	1 ; —	2 —	3 ; —	4 ; —	5 ; —	6 ; —
190	1 ; —	2 ; 1	3 ; 1	4 ; 1	5 ; 2	6 ; 2
200	1 ; —	2 ; 2	3 ; 2	4 ; 3	5 ; 3	6 ; 4

2) Was die Durchmesser der Stiefel, Saugröhre und Steigröhre anbetrift, so müssen, a) wenn nur ein Stiefel und eine Steig=

Steigröhre vorhanden sind, diese gleich seyn. Die mehresten Druckwerke haben den Fehler, daß der Durchmesser der Steigröhre kleiner ist, als der Durchmesser des Stiefels. Daraus aber entsteht folgende Hindernis: das Wasser, welches durch den Kolben, aus der Kolbenröhre oder Stiefel, in die Steigröhre getrieben wird, nimmt in derselben nothwendig eben so viel Raum ein, als in dem Stiefel. Ist nun die Steigröhre enger; so muß das Wasser höher steigen, das heißt, es muß sich geschwinder bewegen. Zu einer geschwindern Bewegung aber gehört mehr Kraft; daher muß auch die Kolbenstange hier nothwendig mehr Gewalt ausüben, um das Wasser zu heben, als wenn die Durchmesser gleich sind. b) Sind zwey Stiefel vorhanden, die wechselsweise wirken, so darf die Steigröhre nur so weit seyn, als einer von den beyden Stiefeln, denn nur einer hebt das Wasser zu der Zeit, in welcher der andere das Wasser aus der Saugröhre empfängt. c) Sind mehrere Stiefel vorhanden so muß der Durchschnitt der Steigröhre so groß seyn, als die Summe der Durchschnitte aller der Stiefel, die das Wasser zugleich heben.

3) Von der Beschaffenheit der Kolben und Ventile ist schon oben gehandelt worden. Belidor Arch. Hydr. Lib. 3. Cap. 5. giebt ein Ventil mit einer Balancier-Klappe an, welches bessere Dienste leisten soll, als alle

bisherige. Bey uns ist, so viel ich weiß, dergleichen noch nicht eingeführt.

B. Zusammengesetzte Wassermaschinen.

§ 30.

Einleitung.

Alle zusammengesetzte Wassermaschinen bewegen das Wasser entweder zum nothwendigen Gebrauch, oder zur Lust. Bewegen sie das Wasser I) zum **nothwendigen** Gebrauch, so geschieht dieses entweder, a) indem das Wasser in einem Strahl in die **Höhe geworfen** wird, in der Absicht, bey entstandenen Feuersbrünsten das Feuer zu löschen. Dieses heissen **Feuerspritzen.** Oder b) indem das Wasser blos **gehoben** wird, und dahin gehören alle Zieh- und **Schöpfbrunnen**, auch die **Wasserkünste.** Oder c) indem das Wasser blos seiner Schwere nach mit einigem Gefälle in Röhren oder engen Canälen fortfließt. Dieses geschieht in den **Wasser- und Röhrenleitungen.** Wird aber II) das Wasser zur Lust bewegt, so läßt man a) es entweder in breiten Flächen durch Absätze **fallen.** Daraus entstehen die Cascaden. Oder b) man läßt es durch einen **Strahl springen.** Hier steigt aa) entweder der Strahl nothwendig aus einem mit dem Horizont gleichliegenden Bassin in die Höhe.

Die-

Diese heissen Jet d'eau. Oder bb) der Strahl kann allerley Richtungen erhalten, und das Becken kann erhöhet seyn. Daraus entstehen die **Springbrunnen** oder Fontainen.

I. Wassermaschinen zum nothwendigen Gebrauch.

§. 31.

a) Das Wasser springt nothwendig. Feuerspritzen überhaupt.

Das Feuer kann bey entstandenen Feuersbrünsten auf eine dreyfache Art gelöscht werden, entweder 1) indem durch eine schnelle Bewegung der Luft die Flamme von dem brennenden Körper losgerissen wird. Dieses erhält man bey Entzündungen in Schornsteinen durchs Schiessen. Oder 2) durch die Beraubung der Luft. Zur Fortdauer der Flamme wird Luft erfordert. Nimmt man daher dem Feuer die Luft, so löscht die Flamme so gleich aus. Es geschieht aber dieses auf eine doppelte Art, theils indem der äussern Luft der Zugang verwehrt wird, z. E. durch Klappen, womit die Schornsteine bedeckt werden, imgleichen durch nasse Säcke, u. d. g. und alsdenn wird die Flamme erstickt, oder durch Schwefeldämpfe. Die Schwefeldämpfe vernichten nemlich die Schnellkraft der Luft, und setzen sie also auser Stand die Flamme zu erhalten. Man

kann daher das Feuer eines brennenden Schornsteins am leichtesten und geschwindesten dämpfen, wenn man eine hinlängliche Quantität Schwefel anzündet, und den Dampf davon in den Schornstein ziehen läßt.

3) Durch Wasser. Dieses wird auf eine dreyfache Art zur Löschung des Feuers angewendet.

a) Indem man es plötzlich in Tropfen auflöst, und dieses aufgelöste Wasser mit Gewalt gegen den brennenden Körper treibt. Es geschiehet dieses durch Schießpulver, welches innerhalb eines mit Wasser gefüllten Kastens durch eine Brandröhre entzündet wird. Dadurch wird das Wasser plötzlich in Dünste aufgelöst, und auf einen Schlag das Feuer gelöscht. Man hat davon vor einigen Jahren in Schweden merkwürdige Proben gemacht. b) Durchs Gießen mit Eimern. Dieses geschieht durch lederne Eimer, ist aber bey großen Feuersbrünsten nicht hinreichend. c) Durch das Werfen des Wassers in einem starken Strahl. Dieses geschieht durch die sogenannten Feuerspritzen. Wir haben hiervon viererley zu bemerken. 1) Ihren Begriff und allgemeine Einrichtung. 2) Ihre Eintheilung. 3) Die Art, die Druckwerke in Bewegung zu setzen. 4) Ihren Gebrauch.

§. 32.

1. Begriff und allgemeine Einrichtung.

Eine Feuerspritze ist eine aus einem beweglichen Druckwerk bestehende Spritze,

in welcher das Wasser durch eine bewegliche Röhre zur Löschung des Feuers sehr hoch gespritzt werden kann. Hierbey müssen wir a) den Begriff einer Spritze überhaupt aus einander setzen, und b) die nothwendigen und wesentlichen Theile einer Feuerspritze bestimmen.

a) Was den Begriff einer Spritze überhaupt anbetrift, so stelle man sich einen mit einem Embolo versehenen hohlen Cylinder vor, AB. Man setze, der Embolus, der wie bey einem Druckwerk massiv ist, und die innere Höhlung des Cylinders völlig verschließt, befinde sich in D, der Raum DB sey mit Wasser angefüllt, und der Embolus werde von D bis B herunter getrieben. Wenn die Oeffnung des Cylinders BM wäre, und man sieht auf die Schwere des Wassers nicht, so müste das herausgetriebene Wasser in eben der Zeit, in welcher der Embolus den Raum DB durchläuft, durch den gleich grossen Raum BC getrieben werden. Gesetzt aber, die Oeffnung BM wäre verschlossen, und in EF ginge eine Röhre heraus, deren Durchmesser viermahl kleiner wäre, als der Durchmesser BM, so müßte, wenn EF = DB, der Inhalt dieser Röhre sechzehnmahl kleiner seyn, als der Inhalt von DB. Denn Cylinder verhalten sich bey gleichen Höhen, wie die Quadrate ihrer Durchmesser. Solte aber die Röhre EF gleichen Inhalt mit DB bekommen, so

Tab. XVII. Fig. 6.

müste

müste sie sechzehnmahl länger seyn, als DB. Denn die Höhen gleicher Cylinder, von ungleichen Grundflächen, sind denen Grundflächen umgekehrt proportionirt. Wird nun der Embolus aus D in B herunter getrieben, so wird alle das Wasser, was sich in dem Cylinder DB befindet, in die Röhre EF getrieben. Die Massen der Cylinder sind daher gleich. Es durchläuft aber dieses Wasser einen sechzehnmahl grössern Raum, das heißt, weil die Bewegung in gleichen Zeiten geschieht, so bewegt es sich sechzehnmahl geschwinder. Es muß daher aus der Oeffnung F herausspritzen, mit einer Gewalt, die so groß ist, als das Product der Geschwindigkeit 16 in die Masse des Wassers (Naturlehre §. 69.). Will man eine solche Spritze füllen; so wird das Ende der Röhre F ins Wasser gehalten, und der Embolus in die Höhe gezogen, so wird das Wasser durch den Druck der Luft hinein getrieben. Diese Spritzen heissen Handspritzen, und können, wenn sie groß genug sind, bey Feuersbrünsten in den Zimmern mit Vortheil gebraucht werden. Ausser diesen hat man noch Spritzen, die eine Art von sehr einfachem Druckwerk vorstellen, ohne Saugröhre und Ventile. In der Kolbenröhre AE befindet sich seitwärts in CD eine Oeffnung, durch welche das Wasser, welches allezeit von aussen höher stehen muß als diese Oeffnung, in die Röhre CE durch seine eigene Schwere

Tab. XVII. Fig. 7.

hinein-

hineindringt. Wird der Embolus schnell heruntergetrieben, so tritt er vor die Oeffnung CD, und hindert das Wasser, daß es nicht zurück treten kann, es wird daher genöthigt durch die Gußröhre FG herauszuspritzen. Diese Art ist sehr unvollkommen, weil beym Heruntertreiben des Kolbens allezeit ein Theil des Wassers durch die Oeffnung CD zurückfließt. Beyde Arten von Spritzen sind zu Löschung des Feuers nicht hinreichend, daher man dazu Spritzen mit einem vollständigen Druckwerk gebraucht, deren allgemeine Theile wir nun betrachten müssen.

b) Nothwendige Theile einer Feuerspritze. Zu einer Feuerspritze wird erfordert aa) ein Kessel, der zu bewegen ist, bb) ein bequem angebrachtes Druckwerk, cc) eine in allen Lagen bewegliche Gußröhre.

§. 33.

aa) Kessel und Beweglichkeit desselben.

Wir betrachten hier aa) den Kessel. Tab. XVII. Fig. 8. Dieser ist viereckt abcd, und wird hier im Grundriß vorgestellt. Er wird durch 2 Scheidewände ef und gh in drey Theile getheilt, in deren mittelstem efhg sich die 2 Stiefel des Druckwerks mm sammt der Steigröhre n befinden. Das Wasser wird in die zwey Abtheilungen acfe und bdgh gegossen, und die beyden Scheidewände ef und gh sind mit kleinen Löchern versehen, welche das Wasser

ser zwar durchlassen, aber Sand und Unrath zurück halten. Dieses ist zur Erhaltung der Maschine nöthig, weil sich sonst der Sand leicht in die Ventile setzt und sie verdirbt.

β) Die **Beweglichkeit** wird auf eine doppelte Art erhalten, entweder indem man den Kessel auf ein Wagengestelle mit 4 Rädern setzt; oder indem man ihn auf eine Schleife stellt. Das erste ist bey uns am gebräuchlichsten, das letzte in Holland.

§. 34.

bb) Das Druckwerk. cc) Die Gußröhre.

bb) Das **Druckwerk** bey den Feuerspritzen, ist von denen oben §. 25 beschriebenen gar nicht verschieden. Es besteht aus ein oder zwey Stiefeln mit ihren Kolben und Kolbenstangen, aus den Saugröhren, Kropfröhren und einer Steigröhre. Die nähere Bestimmung dieser Theile wird hernach bey der Eintheilung der Feuerspritzen angegeben werden. cc) Die bewegliche Gußröhre. Hier ist wieder ein doppelter Fall, α) entweder die Gußröhre ist an der Steigröhre fest, oder β) an der Steigröhre ist ein lederner Schlauch befindlich, an dessen Ende die Gußröhre fest ist. Ist α) die Gußröhre an der Steigröhre fest, so bekommt sie eine ganz besondere Einrichtung. Sie besteht alsdenn aus drey Theilen, aus dem untern Stück FG, woran sich der Korb ACBD befindet, aus

der

der Knieröhre VHIK und aus dem Aufsatz SM, woran auch ein Korb NOPQ befindlich ist. Tab. XVII. Fig. 9. Um den Mechanismum dieser Bewegung deutlich zu machen, müssen wir die Verschiedenheit der Bewegung dieser Röhre bestimmen, und zeigen, wie diese Verschiedenheit erhalten werde. Die Gußröhre muß 1) gegen alle Gegenden können gedrehet werden. Dazu wird zweyerley erfordert. Erstlich muß die Knieröhre VHIK sich über dem untern Theil leicht drehen lassen. Zweytens auf derselben so befestigt seyn, daß sie durch die Gewalt des Wassers nicht von ihr losgerissen werde. Zu dem Ende ist der obere Theil der Steigröhre, welche den untersten der Gußröhre ausmacht, in FH etwas dicker als in HG, und bildet unten in H, wie die Zeichnung ausweiset, einen Rand. Um diesen Theil FH gehet der Korb ABDC, der in ꝛc perspectivisch abgebildet ist. Dieses ist ein umgekehrter hohler abgekürzter Kegel von Meßing, der in ACDB im Durchschnitt vorgestellt ist. Er ist oben in AB weiter als unten in DC, und die untere runde Oeffnung desselben schließt genau an den untern Theil der Röhre GH, so daß er sich frey um dieselbe herum bewegen läßt. Oben in EE sind zwey Arme an demselben fest, damit er durch deren Hülfe leichter gedrehet werden könne. läßt sich nun die Knieröhre mit diesem Korbe genau verbinden; so muß auch diese mit ihm

herum gedrehet werden können. Diese Verbindung wird folgendergestalt erhalten. Der untere Theil der Knieröhre KH ist inwendig glatt, und just so weit, daß der obere Theil FH der untern Röhre ohne Mühe hereingesteckt werden kann. Von aussen ist dieser Theil KH mit Schraubengängen versehen, die innere Höhlung des Korbes aber hat hohle Schraubengänge, in welche sich die Schraube KH einschrauben läßt. Schraubt man also die Knieröhre in die Höhlung des Korbes ein, so läßt sie sich sammt dem Korbe durch die Handhabe EE bequem nach allen Gegenden drehen. 2) Muß die Gußröhre den Strahl hoch und niedrig richten. Dazu wird wieder zweyerley erfordert, die **Verschiedenheit der Richtung** des Strahls, und die **Befestigung** mit der Knieröhre. α) Die **Verschiedenheit der Richtung** der Höhe nach, wird auf folgende Art erhalten. Der obere Theil der Gußröhre STZ ist gekrümmet, so daß in der lage STZ der Strahl die Richtung SY bekommt. Wird aber die Röhre herumgedrehet und kommt in die lage RTZ, so erhält der Strahl die Richtung RW. Und da die Oeffnung der Röhre S beym Umdrehen den halben Kreis SR beschreibt, so erhält der Strahl alle mögliche Richtung der Höhe nach. β) Die **Befestigung** geschieht, wie vorhin gezeigt worden, durch einen messingenen an dem obern Theil der Gußröhre befind-

lichen

lichen Korb NOPQ, der aber kleiner ist als der oben beschriebene, und daher auch zum Drehen keine Handhaben hat, weil er leicht mit der blossen Hand gedrehet werden kann. Das Ende a b der Gußröhre ist etwas länger als der Korb NOPQ. Dieses Stück a b paßt sich genau in den obern Theil UH der Knieröhre. Wenn dieses hinein geschoben wird, so greifen die Schraubengänge in MH in die hohlen Schraubengänge des Korbes, und so verbinden sich beyde Theile sehr fest.

β) Ist ein Schlauch vorhanden, so wird dieser durch eine hohle messingene Schraube an die Steigröhre angeschraubt. Am Ende des Schlauchs ist eine messingene Schraubenmutter fest, in welche vorne eine mit einem Hahn versehene messingene Röhre eingeschraubt wird. Das Wasser spritzt heraus, so bald der Hahn geöffnet wird, und man kann ihr alle mögliche Richtungen geben. Man kann dadurch den Wasserstrahl bis in die Zimmer des Hauses bringen.

§. 35.

a) Eintheilung der Feuerspritzen.

Alle Feuerspritzen können in Absicht auf das Druckwerk, in zwey Klassen getheilt werden; a) entweder sie haben blosse Stiefel, oder b) auser den Stiefeln noch einen Windkessel, in welchem die Luft zusammen gedruckt wird, und durch ihre Schnellkraft die Gewalt des Strahls vermehrt.

§. 36.

a) Feuerspritzen mit blossen Stiefeln.

Diese haben αα) entweder nur einen Stiefel, und taugen nicht viel, weil sie das Wasser nur ruckweis spritzen, ββ) oder sie sind mit zwey Stiefeln versehen. Bey diesen werden die Kolbenstangen entweder durch Hebel gehoben, oder sie werden durchs Schieben bewegt. Und hier ist entweder ein in der Mitte an einer Welle beweglicher Hebel, wie Tab. XVIII. Fig. 4. oder zwey am Ende beTab. XVIII. wegliche Hebel. Die erste Figur Tab. XVIII.
Fig. 1. stellt eine völlige zweystieflichte Feuerspritze vor, deren Kolbenstangen durch Hebel bewegt werden. mnop ist der Kessel, der auf einem Wagengestelle mit vier Rädern steht. Er ist durch zwey Scheidewände, wie oben gezeigt worden, in drey Theile getheilt, in deren mittelsten die beyden Stiefel a und b auf einem Querholz q stehen, welches die Bank heißt. An den Stiefeln ist eine gabelförmige Kropfröhre, an welcher sich die Steigröhre cd nebst der beweglichen Gußröhre de befindet. Die Steigröhre wird durch den eisernen Ring u gehalten, der an der eisernen gabelförmigen Stange tsur befindlich ist. Die Kolbenstangen sind an den Hebeln ih befestigt, die in h an einer beweglichen Welle festsitzen, und in i wechselsweise gehoben werden. Diese Hebel bewegen sich zwischen zwey doppelten eisernen oben geschlossenen Stangen fk,

welche

welche verhindern, daß die Hebel nicht zu hoch gehoben werden können.

Werden die Kolbenstangen durchs Schieben bewegt, so ist die Einrichtung des Kessels, der Stiefel u. s. w. dieselbe, nur sind an der viereckten Welle d d, zwey Arme in e und f, woran die Kolbenstangen sich befinden. Um diese Welle geht auf beyden Seiten in d ein starkes viereckes Eisen, woran der eiserne Arm d c befindlich ist. An diesem befindet sich die lange Schiebestange a b, welche mit Knöpfen versehen ist, an welchen die Personen, welche die Spritze regieren, anfassen, und sie wechselsweise hin und her schieben. Man sieht leicht, daß sich dadurch die Welle d d hin und her bewegen müsse, wodurch die Kolbenstangen wechselsweise auf und nieder steigen. Dergleichen Spritzen stehen gemeiniglich auf Schleifen, und sind in Holland, auch in Hamburg gebräuchlich. Tab. XVII. Fig. 2.

§. 37.

β) Feuerspritzen mit einem Windkessel.

Diese haben entweder einen oder zwey Stiefel, beyde spritzen das Wasser in einem fortdaurenden Strahl.

αα) Haben sie nur einen Stiefel, so ist ihre Einrichtung folgende: Es ist a b e eine metallene starke Kugel (**Windkugel** oder **Windkessel**), in welcher die eingeschraubte und wohl verlederte Röhre i g fast bis an den Tab. XVIII. Fig. 3.

Boden reicht. In ik ist die bewegliche Gußröhre. In dem Wasserkessel der Sprütze befindet sich der messingene Stiefel ed, nebst dem untern Ventil in d. Aus diesem geht die gekrümmte Röhre lc, worin sich das Ventil l befindet, in die Windkugel. Durch das Niederstossen des Kolbens f wird das Wasser in die Gußröhre so wohl als in die Kugel getrieben, und daher die in h befindliche luft zusammengedrückt. Beym in die Höhe ziehen des Kolbens, dehnt sich diese luft wieder aus, druckt auf das in der Kugel befindliche Wasser, und treibt es durch die Gußröhre heraus. Daher fährt der Strahl fort, auch beym in die Höhe ziehen des Kolbens, zu springen. Weit vortreflicher sind aber

Tab. XVIII. Fig. 4.

ββ) die Feuerspritzen mit zwey Stiefeln und einem Windkessel, dergleichen Fig. 4. im Durchschnitt vorgestellt wird. Man bediente sich dererselben sonst in Holland, daher sie auch **holländische Spritzen** heissen. Hier ist abcd der metallene cylindrische Windkessel, auf welchem der starke metallene Deckel ab aufgeschraubt und wohl verledert wird. In ef sind zwey Stiefel, aus welchen das Wasser durch die mit Ventilen versehene Seitenröhren gh in den **Windkessel** getrieben wird. Dadurch wird die luft in i zusammengedrückt, und vermehret durch ihre Ausdehnung die Gewalt des springenden Strahls. In k ist eine runde Oeffnung, woran entweder

der die Steigröhre, oder eine kurze messinge-ne mit einem langen ledernen Schlauch verse-hene Röhre angeschraubt wird, durch welchen Schlauch das Wasser vermittelst einer ange-schraubten Gußröhre springt.

§. 38.

b) Das Wasser wird blos gehoben.

Das Wasser wird aus der Tiefe aa) ent-weder in geringer Quantität gehoben, α) durch Saugwerke, in einer Röhre, dieses heissen **Wasserplumpen**, oder β) durch eine blosse mechanische Gewalt in Eimern in denen **Zieh-brunnen**. Oder es wird bb) in grosser Men-ge gehoben, dieses geschieht durch **Wasser-künste.**

§. 39.

aa) In geringer Quantität.

α) Wasserplumpen. β) Ziehbrunnen.

α) Da die Wasserplumpen blosse Saug-werke sind, wie wir sie oben §. 20 beschrieben, so haben wir dabey nichts weiter zu erinnern. β) Bey den Ziehbrunnen aber bemerken wir αα) ihre **Einrichtung.** Sie sind mehren-theils rund aus der Tiefe herauf gemauert, und mit einer gemauerten Brustlehne verse-hen, damit keiner leicht hereinfallen und ver-unglücken kann. Ueber denenselben ist ein Ge-stelle, woran die Maschine sich befindet, durch welche die Eimer gehoben werden. ββ) Die

Hebung wird erhalten, 1) wenn dergleichen Brunnen nicht sehr tief sind, durch einen **Schwengel**, oder Hebel, an dessen kurzem Arm der Eimer hängt, welcher in die Höhe steigt, so bald man den langen Arm nieder zieht. 2) Bey tiefern Brunnen, durch ein über eine Rolle gehendes **Seil** oder **Kette**, welche aber mit dem einen Ende an der Mauer des Brunnens fest seyn muß. 3) Durch ein **Tretrad**. Dieses geschiehet nur bey sehr grossen und tiefen Brunnen, wo zwey grosse Eimer oder Kübel sich zugleich dergestalt bewegen, daß, wenn der eine herauf geht, der andere zu gleicher Zeit herunter steigt. Zu dem Ende ist an der Welle BC des Tretrades A das eine Seil von D nach E, das andere von F nach G rückwärts gewunden, davon das eine sich daher aufwickelt, wenn sich das andere abwickelt. 4) Bey eben dergleichen grossen Brunnen bedient man sich auch oft folgender Maschine. An der Welle des Trillings D sind in E und F zwey Kurbeln, die durch Menschen gedrehet werden. Dieser Trilling greift in das Stirnrad C, an dessen Welle AB die Ketten oder Stricke sind, an welchen sich beyde Eimer bewegen. Diese Art Maschinen war hier in Halle sonst beym Teutschen Brunnen zur Ausschöpfung der Sole angelegt, statt deren aber hernach eine Püschelkunst, die durch einen Pferde-Göpel getrieben wird, angelegt worden. Die Maschine

Tab. XVIII. Fig. 5.

Tab. XVIII. Fig. 6.

schine mit dem Tretrad n. 3. ist noch hier beym Gutjahrbrunnen gebräuchlich.

§. 40.

bb) In grösserer Quantität. Wasserkunst.

Wir müssen hier bemerken α) den Begriff einer Wasserkunst, β) ihre Eintheilung, γ) ihre Einrichtung. Wir werden alsdenn δ) ein Beyspiel einer wohlangelegten Wasserkunst anführen, und endlich ε) ihren Nutzen zeigen.

§. 41.

α) Begriff und β) Eintheilung.

α) **Begriff.** Zu einer Wasserkunst wird erfordert, daß das Wasser in grosser Menge bequem gehoben werde. β) **Eintheilung.** Die Wasserkünste können in zwey Klassen getheilt werden, 1) in solche, die das Wasser bloß aus der Tiefe herausschaffen, 2) in solche, die es nicht nur heben, sondern auch in ein besonderes Behältniß sammeln, um es hernach in einer ganzen Stadt bequem zu vertheilen. Zur ersten Klasse gehören die Wasserkünste auf den Bergwerken. Zur zweyten aber, die in den Städten zur Vertheilung des Wassers angelegten Wasserkünste.

§. 42.

γ) Einrichtung.

Zu einer wohleingerichteten Wasserkunst gehört 1) ein gehöriges Gebäude, das mas-

für einige Etagen hoch gemauert seyn muß. 2) Gewisse einfache Maschinen, wodurch das Wasser gehoben wird. 3) Ein Reservoir, oder Behältniß, worin das Wasser gesammelt wird, und 4) Röhren, durch welche das Wasser aus dem Behältniß an alle Orte einer Stadt von verschiedener Höhe geleitet werden kann.

1) Das Gebäude kann ein runder Thurm seyn, wie hier in Halle in unserer schönen Wasserkunst. Er kann auch besonders dazu eingerichtet mit einer Uhr und andern Zierrathen zum Nutzen und mehreren Ansehen versehen seyn, wie das Gebäude auf der neuen Brücke zu Paris, welches **Belidor** l. c. weitläuftig beschreibet.

2) Bey den **einfachen Maschinen**, merken wir αα) die Maschinen selbst. Dieses können seyn ββ) **Püschelwerke**. Diese werden nur bey solchen Wasserkünsten gebraucht, wo einmal die Menge des zu hebenden Wassers nicht gar zu groß ist, weil die Röhren bey Püschelwerken nicht sehr weit seyn können. Zweytens, wo die Künste nicht beständig im Gang seyn dürfen. Sie taugen also nicht dazu, ganze Städte mit Wasser zu versorgen. γ) **Schöpfräder**. Diese können zwar viel Wasser schaffen, sie heben es aber nicht hoch. Eine Stadt, die sehr niedrig liegt, kann also eine Kunst mit Schöpfrädern haben. Liegen aber verschiedene Gegenden

genden der Stadt sehr hoch, wie hier in Halle, so kann man keine Schöpfräder anbringen. 3) **Saugwerke.** Einfache Saugwerke heben das Wasser nie höher als 32 Fuß. Soll daher das Wasser durch Saugwerke in einer Kunst höher gehoben werden, so müssen mehrere Plumpen über einander gestellt, und dadurch das Wasser nach und nach gehoben werden. Dieses geschiehet auch wirklich in den Künsten, wodurch das Wasser auf Bergwerken aus den Gruben herausgeschafft wird. Zu Wasserkünsten in Städten, nimmt man Saugwerke deswegen nicht gerne, weil beständig etwas daran zu repariren ist. Weil die Kolben nicht massiv, sondern durchbohrt und mit Leder bedeckt sind, so halten sie die Gewalt nicht lange aus, und werden bald wandelbar. Man legt daher mit mehrerem Vortheil Druckwerke an, die zwar im Anfang mehr kosten, aber weniger Reparatur erfordern, und ihrer Dauerhaftigkeit wegen leichter zu erhalten sind. Man hat daher auch bey unserer schönen Kunst hier in Halle die Saugwerke abgeschafft. 7) **Druckwerke.** Diese schicken sich zu allen Arten von Wasserkünsten am besten, nur nicht auf Bergwerken.

ββ) Die Art, sie in Bewegung zu setzen. Dieses geschieht theils durch Thiere, theils durch Wasserräder. Kleine Wasserkünste können durch Thiere in Bewegung

gesetzt werden, zu grössern aber werden Wasserräder erfordert. Werden sie durch Thiere bewegt, so bedient man sich dazu theils א) der Pferde in den Roßkünsten, wie auf Bergwerken, z. E. in Wettin, wo die Schachte nicht sehr tief sind, theils ב) der Ochsen, die auf ein schiefgestelltes Tretrad auftreten, und dadurch die Kunst in Bewegung setzen. Die Bewegungsart ist mit der, die wir oben bey den Thiermühlen angegeben haben (Mühlenbaukunst §. 21. 22.) einerley.

3) Das Behältniß, worin sich das Wasser sammelt, wird in der obersten Etage angelegt, und in dem obern Theil mit einer Röhre zum zurückfliessen versehen, welche mit einem Hahn verschlossen werden kann, damit im Fall der Noth das Wasser in den Fluß zurückgeleitet werden könne. Aus diesem Wasserbehältniß, welches so hoch liegen muß, als jede Gegend, wohin das Wasser geleitet werden soll, gehen

4) Die Röhren, durch welche das Wasser in die Stadt geleitet werden soll, herunter. Diese sind als tubi communicantes in der Hydrostatik anzusehen, und das Wasser steigt in ihnen genau so hoch, als es gefallen war. Sie müssen 1) mit Hähnen an der Kunst verschlossen werden können, damit, wenn Röhren repariret werden sollen, oder die Röhrtröge nicht laufen sollen, das Wasser zurückgehalten werden könne. 2) Müssen

am

am Ende, wo das Wasser herausfließt, entweder Springbrunnen, welche einer Stadt zugleich zur Zierde dienen, oder wenigstens Röhrtröge angelegt werden. Dieses sind hölzerne oder steinerne Tröge, in welche sich das Wasser aus einer davor stehenden perpendiculairen Steigröhre, durch eine kleine Ausgußröhre ergießt. 3) Was bey den Röhren, wodurch das Wasser unter der Erde fortgeleitet wird, zu bemerken ist, wird unten bey der Theorie der Röhrenleitungen gezeigt werden.

§. 43.

8) Beyspiel einer Wasserkunst.

Unter den verschiedenen Arten, wie Wasserkünste angelegt werden können, wollen wir eine wählen, nach welcher man leicht eine jede andere Wasserkunst beurtheilen, und mit gehörigen Veränderungen anlegen kann. Das Gebäude MNOP wird hier im Durchschnitt vorgestellt. An der Welle des unterschlächtigen Wasserrades A befindet sich ein Stirnrad B, dieses greift in das Getriebe C, an dessen Welle sich in D eine Kurbel befindet. FG ist eine grosse in Zapfen liegende Welle, an deren Arm E die Zugstange DE befestigt ist, welche durch die Kurbel auf und nieder bewegt wird, und daher auch die Welle hin und her drehet. An eben dieser Welle befinden sich ferner die 4 Arme in aabb, die bey Tab. XIX. Fig. 1.

Um-

Umdrehung derselben wechselsweise herauf und herunter gehen. An dieser sind die Kolbenstangen aH, bH befestigt, welche in den vier Stiefeln HHHH die Kolben wechselsweis heben. Aus zwey gegen einander über stehenden Stiefeln geht eine gabelförmige Kropfröhre in I heraus, die sich in eine gemeinschaftliche Steigröhre IK endigen. Beyde Steigröhren vereinigen sich hernach in K in eine gemeinschaftliche Hauptsteigröhre KL, welche unter der Decke der zweyten Etage in LQ horizontal fortgeführt wird, und an der Mauer des Gebäudes in QR durch alle Stockwerke durch bis in das Behältniß S fortgeführt wird. Man führt die Hauptsteigröhre deswegen nicht gerade herauf, damit man in dem Gebäude Platz zu Zimmern bekomme, die entweder zur Wohnung des Röhrmeisters, oder sonst zur Lust und Bequemlichkeit angelegt werden. In M ist die Abflußröhre. Und in TT ist eine von denen Röhren vorgestellt, wodurch das Wasser aus dem Reservoir in die Stadt an alle Orte geleitet wird. Diese Röhren werden unter der Erde horizontal in TV fortgeführt, steigen hernach nach denen höher liegenden Gegenden in VZ in die Höhe, und endigen sich in die Steigröhre ZW, aus welcher das Wasser durch eine kurze Seitenröhre sich in den davor stehenden Trog X ergießt.

§. 44.

§. 44.

1) Nutzen der Wasserkünste.

Die Wasserkünste haben einen dreyfachen Nutzen. Entweder sie schaffen das überflüssige Wasser aus der Tiefe, wie bey Bergwerken. Oder sie treiben durch die vereinigte Gewalt der Druckwerke Fontainen und Jet d'eaux. Oder sie heben das Wasser, und leiten es zum Gebrauch in einer Stadt.

§. 45.

2) Das Wasser fließt durch ein geringes Gefälle fort. Wasserleitungen.

Einleitung.

Da man nicht allezeit Wasser an denen Orten hat, wo man es braucht, so wird man oft genöthigt, dasselbe von fernen Orten herzuleiten. Es ist dieses oft bey Städten, die weit von Flüssen liegen, imgleichen bey Bergwerken höchst nöthig. Von diesen Wasserleitungen müssen wir 1) den **Begriff** festsetzen, 2) ihre **Eintheilung** angeben, und 3) zeigen, wie sie mit Vortheil **einzurichten** sind.

§. 46.

1) Begriff. 2) Eintheilung.

1) Wenn das Wasser von einem Ort zum andern durch seine eigene Schwere fortfliessen soll; so muß es einiges Gefälle haben, und damit es sich nicht seitwärts verbreite, in Kanäle eingefaßt seyn. Sind diese

Kanäle

Canäle schmal, so heissen sie **Wasserleitungen**. Dieses sind also schmale Kanäle, durch welche das Wasser mit einem geringen Gefälle von einem Ort zum andern geleitet wird. 2) Sie werden in zwey Hauptklassen getheilt. Der Kanal, wodurch das Wasser fließt, liegt entweder über der Erde, und denn heißt es eigentlich eine Wasserleitung (aquae ductus). Oder er liegt unter der Erde, dieses heißt eine **Röhrenleitung**.

§. 47.

3) Einrichtung. Wasserleitung.

Zu einer Wasserleitung wird a) ein Gebäude oder Gestelle erfordert, b) ein Kanal. Bey sehr grossen Wasserleitungen, die ganze Städte mit Wasser versorgen sollen, wird das **Gebäude** aus hohen von Quadersteinen gemauerten Schwibbogen zusammengesetzt, die oft, wenn der Ort, wo das Wasser hergeleitet wird, sehr hoch liegt, zwey oder drey Stockwerke hoch über einander stehen. Die obere Etage wird schmäler gemacht als die untere, um zugleich einen bequemen Weg für Fußgänger, auch wohl für Wagen zu erhalten. Auf dem obern und schmalesten Stockwerk befindet sich der mit steinernen Platten ausgelegte **Kanal**, der mit einem geringen Gefälle auf 200 Ruthen etwan 1 Zoll angelegt wird. Die Grösse des Kanals richtet sich nach der Menge des Wassers. Die Römer

haben

haben viele dergleichen sehr prächtig gemauerte Wasserleitungen angelegt, und unter Ludewig XIV. sind zwey dergleichen zu Maintenon und in der Ebene de Buë angelegt worden, wodurch das Wasser nach Marly und Versailles geleitet wird, wovon man die Zeichnungen in Belidors Arch. hydr. Lib. 4. cap. 4. nachsehen kan. Ist die Menge des Wassers nicht sehr groß, so werden die Wasserleitungen entweder von Holz gemacht, oder von Erde. Die hölzernen findet man zuweilen bey Bergwerken. Die hölzernen oben offenen Röhren ruhen alsdenn auf hölzernen Böcken, die höchstens 24 Fuß hoch sind. Wird die Wasserleitung von Erde gemacht, so wird erst ein unten breiter und oben schmaler Damm von Erde aufgeführt. Auf dessen Rücken wird der Kanal mit dem gehörigen Gefälle gegraben, der entweder mit Rasen ausgelegt, oder mit letten beschlagen, und mit platten Steinen ausgefüttert wird. Man bedient sich dieser von Erde gemachten Wasserleitungen mehrentheils das Wasser von einem Berge quer durch ein Thal ohne große Kosten zu leiten. Geht ein solcher Damm durch ein Thal, so muß man in der grösten Tiefe des Thals, eine oder ein paar Oeffnungen von gehöriger Weite und Höhe machen, die mit Thüren verschlossen werden können, damit das Wasser, welches sich vom Regen oder Schnee im Thale sammelt, bequem durchgelassen werden könne.

Weil man sonst Gefahr läuft, daß sich das Wasser selbst einen Weg bahnt, und den Damm beschädigt.

§. 48.

Röhrenleitung.

Wird das Wasser unter der Erde durch Röhren von einem Ort zum andern geleitet, so heißt dieses eine **Röhrenleitung.** Von diesen Röhren merken wir 1) ihr **Gefälle,** 2) die **Materie,** woraus sie gemacht werden, und 3) ihre **Einrichtung.** 1) Das Gefälle pflegt auf 100 Fuß 4 bis 6 Zoll auszumachen. 2) Die Materie ist entweder Holz, oder Bley, oder Eisen, oder Thon. Was a) die **hölzernen** Röhren betrift, so pflegt man dazu Eichen, Tannen, Kiefern und Erlenholz zu nehmen. Die geringste Oeffnung derselben ist 3 Zoll, und die Holzdicke muß zum wenigsten eben so stark seyn. Die Länge eines Rohrstücks ist gemeiniglich 9 bis 12 Fuß. Die **eichenen** sind am dauerhaftesten; sie sind aber am schwersten zu bohren, kosten viel, und verursachen im Anfang dem Wasser einen eckeln Geschmack. Die Röhren von **Tannenholz** sind die gebräuchlichsten, sie sind leicht zu bohren, der üble Geschmack des Wassers verliehrt sich bald, und sie halten sich unter der Erde ziemlich lange. Die **kiefernen** sind noch dauerhafter, und kommen darin beynahe den eichenen gleich. Das Was-

ser

ser bekommt aber davon einen harzigen Geschmack. b) Die bleyernen sind ungemein dauerhaft, geben aber dem Wasser einen üblen Geschmack und schädliche Eigenschaft; daher man sie nur zu Fontainen, und nicht zu solchen Röhrenleitungen brauchen muß, von deren Wasser Menschen oder Thiere trinken. Die bleyernen Röhren werden entweder gegossen, und diese können sehr lang in einem Stück seyn. Oder sie werden aus Bleyplatten um einen Stock geschlagen, und hernach gelöthet; diese pflegen kürzer zu seyn. c) Von den eisernen Röhren bekommt das Wasser einen martialischen Geschmack, aber nicht so schädliche Eigenschaften als vom Bley. Sie werden zu grossen Röhrenleitungen gegossen. Bey kleinen aber kann man sich auch des Eisenblechs bedienen. Oft macht man auch d) Röhren von Thon. Diese müssen inwendig und auswendig glasürt seyn, sehr tief unter der Erde liegen, daß ihnen der Frost nicht schade, alle 80 bis 100 Fuß eine Oeffnung zur Reinigung haben, und aus $2\frac{1}{2}$ Fuß langen Stücken bestehen. Das Wasser, das durch dergleichen Röhren fließt, ist das gesundeste, und die Röhren selbst sind ungemein dauerhaft.

3) Die **Einrichtung** der Röhren. Hier bemerken wir ihre **Lage** und ihre **Verbindung**. Was a) die **Lage** betrifft, so haben wir hier theils auf die **Tiefe**, theils

auf die **Richtung** zu sehen. aa) Bey der **Tiefe** merken wir: 1) alle Röhren müssen so tief liegen, daß ihnen der Frost nichts schade, weil töpferne, hölzerne, ja selbst eiserne Röhren sonst leicht springen. 2) Wird das Wasser aus einem Fluß oder Teich geleitet; so müssen die Röhren so tief liegen, daß auch beym niedrigsten Stande des Wassers, dasselbe bequem in sie eintreten könne. Und weil bey solcher niedrigen lage, der Sand und Schlam leicht eindringen kann, so muß 3) die unter dem Wasser stehende Oeffnung der Röhre mit einem dnrchlöcherten Blech versehen seyn, welches das Wasser durchläßt und den Schlamm zurück hält. bb) Bey der **Richtung** merken wir folgende Regeln: 1) es muß die Oeffnung des Ausflusses allezeit tiefer liegen als der Einfluß. 2) Wo möglich, muß die Richtung horizontal bleiben, mit wenigem Gefälle, auf 100 Fuß etwa 4 bis 6 Zoll. 3) Weil dieses bey felsigtem Grunde nicht allezeit angeht, so müssen da, wo die Röhren unter der Erde steigen, allezeit stärkere Röhren angelegt, und wenn das Steigen lange dauert, müssen die Röhren mit eisernen Ringen versehen werden. Dieses Steigen muß nie so viel oder gar mehr betragen, als die Höhe des Einflusses ist. 4) Einige legen da, wo die Röhrenleitung steigt, Heber an. Dieses ist kostbar, erfordert viel Reparatur, und ist

nicht

nicht dauerhaft, kann auch in den meisten Fällen vermieden werden.

b) Bey der **Verbindung** haben wir aa) auf die hölzernen Röhren zu sehen. Die Verbindung der hölzernen Röhren wird auf eine dreyfache Art erhalten. 1) Die gemeinste und leichteste Art ist, daß jede Röhre am Ende etwas zugespitzt, und mit dem spitzen Ende in die Oeffnung der andern gesteckt wird. Die Fugen werden mit Werch umwunden, und mit Pech übergossen. Dieses wird am wohlfeilsten erhalten, es ist aber nicht allezeit dauerhaft. 2) Zwischen zwey hölzernen Röhren wird eine 7 Zoll lange eiserne Röhre eingeschoben, die sich genau in die innere Höhlung beyder hölzernen Röhrstücken paßt. Und denn werden beyde hölzerne Röhren dicht an einander getrieben. Diese Verbindung ist kostbarer, aber auch sehr dauerhaft. 3) Endlich ist die dritte Verbindungsart die kostbarste, aber auch die dauerhafteste. Zwischen zwey hölzernen Röhren wird eine eiserne Büchse angebracht, die in der Mitte 2 Zoll dicker ist, als die hölzernen Röhren. Gegen beyde Enden wird diese Büchse schmäler, und beyde Enden sind im lichten genau so weit als die hölzernen Röhren. In diese beyde Enden werden die hölzernen Röhren mit Gewalt hinein getrieben. Diese Verbindung hat viele Vortheile.

Die hölzernen Röhren erhalten dadurch eine ungemeine Stärke, und bey vorfallender Verstopfung der Röhre kann man durch Abnehmung dieser Büchsen die Röhre leichter ausräumen. bb) Die eisernen Röhren werden an ihren Enden mit Flügeln versehen, durch welche Schrauben gehen, wodurch beyde Enden fest an einander geschraubt werden können. cc) Die thönernen, Die einzelnen kurzen Röhrstücken werden an dem obern Ende weiter, an dem untern enger gemacht. Das enge Ende wird mit Werch umwickelt, und in das weitere gesteckt, und die Fuge mit Pech übergossen. Wird das Wasser durch solche Röhren sehr hoch von einem Berge herunter geleitet, so daß die Gewalt des Wassers sehr groß ist; so werden um das obere Ende eiserne Ringe mit angegossenen Oehren gelegt, und durch zwey solche Oehren werden eiserne Bolzen gesteckt. Diese Röhrenleitungen halten eine unglaubliche Gewalt aus, und sind nicht sehr kostbar.

2. Das Wasser wird zur Lust gebraucht.

§. 49.

Einleitung.

Bey allen zur Lust angelegten Wasserwerken bewegt sich das Wasser, a) entweder blos durchs Fallen, dieses geschieht in den Cascaden;

caden; oder b) es steigt nothwendig durch ein oder mehrere Strahlen in die Höhe. Hier ist wieder ein doppelter Fall. Das Wasser steigt entweder aus einem mit der Erde gleich liegenden bassin gerade in die Höhe, dieses heißt un Jet d'eaux. Oder das bassin liegt nicht nothwendig mit der Erde gleich, und die Richtung des springenden Strahls kann verschieden seyn. Denn heissen es Springbrunnen oder Fontainen.

§. 50.

a) Cascaden.

Von diesen merken wir aa) den **Begriff.** Es sind breite, mit kurzen Absätzen versehene Flächen, über welche das Wasser flach herunter stürzt. bb) Die **Einrichtung** Zu einer Cascade wird 1) erfordert ein hoch liegendes Wasserbehältniß. 2) Vor dem bassin ist ein Gerinne von ausgehohlten Marmor oder andern Steinen, in welches das Wasser des Bassins durch drey oder vier masquirte Röhren, mehrentheils aufgesperrte Thierrachen fällt. 3) Aus diesem Gerinne fällt das Wasser über eine mit platten Steinen belegte schiefe Fläche auf steinerne stufenförmige Absätze, die nach der Breite ausgehöhlt und vorne mit einem erhöheten Rande versehen sind, an welchen das Wasser anschlägt, und über denselben

ben herunter stürzt. 4) Auf beyden Seiten geht von oben herunter eine niedrige Seitenmauer, in Form eines Geländers. 5) Unten befindet sich wieder ein Bassin, worin das Wasser sich sammelt. In welchem ein oder mehrere kleine Jet d'eaux angelegt werden, aus welchen das Wasser durch den Fall aus dem obern Bassin springt. 6) Ist die ganze Cascade sehr hoch, so werden ein oder mehrere Ruheplätze mit Bassins und kleinen Jet d'eaux angebracht.

Wenn die Höhe nicht groß ist, und man Wasser genug hat, so läßt man das Wasser ohne Absätze herunter fallen. Dieses heissen kleine Wasserfälle oder Napes d'eau.

Beyde, sowohl die Cascaden als Wasserfälle, müssen nie ganz frey liegen, sondern an einer Anhöhe oder Mauer angelehnt seyn.

§. 51.

b) Jet d'eaux.

Zum Jet d'eaux wird erfordert 1) ein Bassin. Dieses muß eine der Stärke des Strahls proportionirliche Weite und Tiefe haben, auch unten mit einer gehörigen Abflußröhre versehen seyn, daß es nicht überlaufe. 2) Die Röhre, woraus der Strahl springt, wird von einigen cylindrisch, von andern konisch angegeben. Am besten macht man sie

zwar

zwar cylindrisch, aber bedeckt sie oben mit einer metallenen Platte, in welcher eine Oeffnung gemacht wird, deren Durchmesser der Dicke des Strahls gleich ist. Wenn der Strahl sehr dick und hoch ist, wie z. E. der zu Herrnhausen, so wird die Röhre zwar cylindrisch gemacht, in derselben befindet sich aber ein metallener umgekehrter Kegel, dessen Durchmesser ein paar Zoll kleiner ist, als der Durchmesser des Cylinders, dergestalt, daß zwischen dem Kegel und Cylinder rings umher eine Höhlung bleibt, aus welcher der Strahl springt, der, weil er inwendig hohl, und daher auch nicht so schwer ist, viel höher getrieben werden kann. 3) Die **Gewalt**, wodurch der Strahl gehoben, wird entweder durch den Fall erhalten, oder durch die vereinigten Kräfte einiger Druckwerke, deren Leitröhren sich an der Ausgußröhre vereinigen. Wie viel Wasser dergleichen Jet d'eaux nach Beschaffenheit der Höhe des Falls und der Weite derer Gußmündungen in einer Minute geben, zeigt folgende aus dem **Belidor** genommene Tabelle.

Höhe des Reservoirs.	Diameter derer Gußmündungen in Linien.								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Anzahl der Wasserpinten.								
5	3½	8	14	23	33	45	59	75	93
10	4¼	12	21	33	48	65	85	108	133
15	6½	15	26	40	58	80	104	132	163
20	7½	17	30	47	68	92	120	152	189
25	8½	19	34	54	77	106	138	174	215
30	9¼	21	37	58	83	114	149	188	232
35	10	23	40	64	91	124	162	205	254
40	10¾	24	43	68	97	132	173	220	270
45	11½	26	46	72	104	141	184	232	288
50	12	27	48	75	109	147	192	244	301
55	12½	28	50	78	114	154	201	255	315
60	13¼	30	53	82	119	162	212	268	331
65	13¾	31	55	86	124	169	220	279	344
70	14¼	32	57	90	130	177	231	292	361
75	14¾	33	59	92	134	181	238	300	371
80	15¼	34	61	95	138	187	245	310	383
85	15¾	35	63	98	140	193	252	321	392
90	16¼	36	65	102	147	200	268	330	409
95	16⅜	37	67	104	150	205	272	339	420
100	17¼	38	69	107	154	211	275	348	430

§. 52.

Fontainen.

Bey den Springbrunnen merken wir 1) ihre **Eintheilung.** Sie sind theils a) feste, theils b) bewegliche. 2) Die **Einrichtung** a) der festen, die durch Röhren die in der Erde liegen, ihr Wasser erhalten. Hierbey kommt aa) das bassin vor. Dieses kann von verschiedener Art seyn. Einige sind auf einem mit Statuen verzierten Gestelle erhaben. Einige haben mehrere über einander stehende bassins, wovon die untern immer grösser werden. bb) Der Strahl selbst bekommt verschiedene Richtungen. Daraus entstehen die **Wassergarben,** in welchen ein Hauptstrahl gerade in die Höhe geht. Durch seitwärts angelegte kleinere Röhren werden etagenweise niedrigere Strahlen angebracht. Die **Wasserbogen, Wasserschwämme, Wassertresors** u. d. g. In andere springen die Strahlen aus Statuen, z. E. dem Neptun mit seinem Dreyzack und Pferden, Delphinen u. d. g. In **Böcklers** Architectura curiosa noua findet man eine grosse Menge von solchen Verzierungen und Verkleidung der Springbrunnen. Bey einigen werden noch besondere Aufsätze angebracht, wodurch man **Wasserlaternen, Windmühlen** u. d. g. erhält. Zeichnungen von allen Arten solcher Wasserwerke findet man in Switzer Intr. to a general. Syst. of hydrost. cap. 35. u. f.

cc) Die Gewalt wird wie beym Jet d'eaux theils durch den Fall, theils durch Druckwerke erhalten.

b) Die beweglichen Springbrunnen werden hauptsächlich durch 4 Kräfte getrieben. Wir wollen davon nur die Namen anführen. 1) Durch die **Schwere** des Wassers und dessen Fall. Dahin gehören die **springenden Heber**, und die **Klepsydra**. 2) Durch den Druck der luft. Dahin gehört der Springbrunnen, den **Wolf** im Auszug der Hydraul. §. 26. beschreibt, und der auf verschiedene Art geändert werden kann. 3) Durch die Zusammendrückung der luft. Dahin gehören die **schwimmenden Springbrunnen**, der **Heronsbrunnen**, und der, welchen **Wolf** l. c. §. 27. beschreibt. 4) Durch die **Wärme**, und die dadurch verursachte Ausdehnung der luft. Dahin gehört der Brunnen, der durch angezündete lichter springt. S. **Wolf** §. 31. Der Brunnen, der zu springen anfängt, wenn man ihn auf ein Kohlfeuer setzt, wovon man verschiedene Arten hat. Und endlich der Brunnen, der mit angezündetem Spiritus springt. S. meine erste Gründe der Naturlehre p. 291. der dritten Ausgabe.

§. 53.

c) Hydraulische Curiositäten.

Hierher gehören 1) die musicalischen Instrumente, Orgelwerke, Claviere und Flöten, die

die durch Wasser getrieben werden. Wovon man viele Einfälle im Schott und Swizer nachsehen kann. 2) Der sogenannte Kircherische Brunnen den Schott beschreibt, und der auf verschiedene Art geändert werden kann, in welchem ein Storch das Wasser auszutrinken scheint, welches eine gegen ihm über stehende Schlange ausspeyt. Es ist nichts als eine Zusammensetzung des Heronsbrunnens und des Hebers. 3) Der Zauberrrichter ist ein verkleideter Stechheber. 4) Die Zaubertonne, in welcher sich das Wasser in Wein zu verwandeln scheint, ist ein verkleideter Heronsbrunnen. 5) Der Oexierbecher (diabetes) ist ein in einem Becher angebrachter Heber. Wolf beschreibt ihn §. 24. 6) Der Zauberbrunnen (fons intermittens) (s. Wolf §. 25.) ist auch ein verkleideter Stechheber.

III. Von den Wassergebäuden.

§. 54.

Einleitung.

Alle Wassergebäude haben einen dreyfachen Endzweck, 1) entweder wird dadurch das Einreissen des Wassers verhindert, oder 2) es wird durch dieselbe die Schiffarth befördert, oder 3) der Uebergang über einen Fluß erleichtert und bequemer gemacht. Das erste erhält man a) durch Uferbefestigungen,

b) durch

b) durch Dämme und Deiche. Das zweyte a) durch Anschwellung des Stroms, b) durch Vertiefung des Wassers, c) durch Rollbrücken, und d) durch Sielen und Schleusen. Das dritte erhält man a) durch Fähren, b) durch Schiffbrücken, c) durch feste Brücken.

1) Man verhindert das Einreissen des Wassers.

§. 55.

a) Uferbefestigungen überhaupt.

Hier müssen wir aa) zuerst den **Schaden** betrachten, den das Wasser in den Strömen den Ufern verursacht, und alsdenn bb) zeigen, wie dieser Schaden durch gut anzulegende Uferbefestigungen zu verhüten sey.

§. 56.

aa) Beschädigung der Ufer.

Der Schaden, der an den Ufern zu entstehen pflegt, wird theils von dem sich selbst überlassenen Strom nothwendig **von selbst** verursacht, oder er entsteht **zufällig**, oder er wird **künstlich** hervorgebracht. α) Der Schaden, welchen der Strom **selbst** nothwendig verursacht, entsteht 1) von der Höhe der Ufer, wenn diese zumahl sehr steil sind. Das Wasser wäscht die untere Theile, auf die

es

es hauptsächlich würkt, aus. Daraus entstehen Höhlungen, und da die Last des obern Theils unten keinen Widerstand findet, so stürzt das Ufer ein. Oft wird auch in Strömen, die im Frühjahr einen starken Eisgang haben, das Ufer vom Eise so ausgeschliffen, daß es einstürzt. Durch dieses Einstürzen der Ufer, geht nicht nur ein grosser Theil des brauchbaren Landes verlohren, sondern der Strom wird durch das hineingefallene Erdreich verschlemmt, und zur Schifffahrt ungeschickt.

2) Von den **Krümmungen** und Hervorragungen der Ufer. Diese entstehen von der ungleichen Lage der Oberfläche der Erde. Der Strom sucht im Fortfliessen beständig die niedrigen Gegenden, vermöge seiner Schwere. Da aber diese nicht allezeit in einer geraden Linie hinter einander liegen; so wird der Strom genöthigt, allerley Krümmungen und Wendungen in seinem Fortgang zu machen. Um den Schaden, der durch die Krümmungen entsteht, gehörig zu verstehen, müssen wir erst bestimmen, was die **Strombahn** sey. Man stelle sich zu dem Ende vor, das Bette des Flusses sey ein hohles Paralkelepipedum, und das Wasser hänge mit dem Ufer gar nicht zusammen: so wird die Geschwindigkeit des Stroms in allen Theilen desselben gleich seyn. Denn die Masse ist gleich, und es findet sich kein äusserer Widerstand. Allein das würkliche Strombette ist kein Paral-

lele-

lelepipedum, sondern vielmehr ein halber hohler cylinderförmiger Raum, der in der Mitte am tiefsten ist, auf den Seiten aber eine Böschung hat. Ist der Strom in der Mitte am tiefsten, so befindet sich in der Mitte mehr Wasser, als auf den Seiten. Ist die Masse des Wassers in der Mitte grösser, so ist auch die Gewalt grösser. Da nun die Gewalt des fliessenden Wassers die Schwere ist, so würkt die Schwere hier stärker. Und da hier kein merklicher Widerstand ist, so wird auch die Geschwindigkeit grösser. An den Seiten sind die Ufer schrege, also ist die Masse des Wassers kleiner. Und an dem Ufer findet das Wasser einen doppelten Widerstand. Die erste Ursache des Widerstandes liegt im Zusammenhange des Wassers mit den Theilen des Ufers. Die zweyte in den kleinen Hervorragungen und Ungleichheiten des Ufers, imgleichen im Schilf, das an den Ufern wächst. Daran stößt das Wasser beständig, und verliehrt dadurch einen Theil seiner Geschwindigkeit. Da also das Wasser sich in der Mitte des Stroms am geschwindesten bewegt, so bildet sich dadurch die Strombahn, die nach einer geraden Linie fortgeht. Es sey AB diese Strombahn, und der Fluß krümme sich in B, so würkt der Strom mit seiner ganzen Gewalt auf B, unterwäscht das Ufer und reißt es ein. Sind Hervorragungen oder Zungen am Ufer vorhanden, wie in C, so wird zwar

Tab. XIX. Fig. 2.

zwar das hinter der Zunge liegende Ufer da- dadurch gedeckt, allein es stößt die Strombahn BC an die Zunge, und wird in CD zurückgeschlagen. Daher wird das Ufer in D beschädigt. 3) Wird das Ufer beschädigt durch **Stromengen**. Diese entstehen aus zwey gegen einander über liegenden Hervorragungen oder Zungen. Dadurch entsteht folgender Schade. α) Zuerst wird die Bewegung des Wassers dadurch **aufgehalten**. Daher wirkt αα) das Wasser stärker auf die Ufer, unterwäscht sie, und reißt sie ein. ββ) Wenn der Strom groß und die Stromenge sehr enge ist, so schwillt der Strom disseit der Stromenge an, und überschwemmt die Ufer, wenn sie niedrig und nicht mit Dämmen verwahrt sind. Sind sie durch Dämme gedeckt; so bricht das Wasser die Dämme durch, oder beschädigt sie doch wenigstens. γγ) Wenn der Strom schnell ist, und durch die Stromenge aufgehalten wird, so entstehen löcher und Höhlungen in dem Strombette, indem das Wasser unter sich wühlt. β) Die Bewegung des aufgehaltenen Wassers wird hinter der Stromenge beschleunigt. Dadurch entstehen Strudel, zum Schaden der Schiffahrt, und wenn das Wasser mit beschleunigter Bewegung auf die Ufer würkt, so werden diese dadurch beschädigt. Oft liegen die Hervorragungen nicht gerade gegen einander über, und verursachen durch ihre doppelte Reflexion

der Strombahn eine zusammengesetzte Bewegung, wodurch die Strombahn gegen dasjenige Ufer getrieben wird und es beschädigt, welches man am sichersten zu seyn glaubte. 4) Verursacht der natürliche Fall des Wassers beym Fortfliessen einen Schaden. Die Quellen entspringen aus Bergen, oder doch aus höher liegenden Orten. Durch das Fallen des Wassers wird die Erde losgerissen, abgewaschen, und mit dem Strome fortgeführt. Da, wo der Strom langsamer fließt, oder wo der Boden des Strombettes ungleich ist, setzt sich diese Erde an, und macht den Strom seichter. Dadurch wird α) die Schifffahrt gehindert, indem die Schiffe nicht tief genug im Wasser gehen. β) Weil der Boden des Strombettes höher wird, so tritt das Wasser seitwärts aus, und überschwemmt die niedrigen Ufer.

§. 57.

Schaden, so zufällig geschieht.

β) **Zufällig** wird der Strom beschädigt 1) durch grosse **Steine** und Felsstücken, die sich von nahe liegenden Bergen losreissen und in den Strom fallen. Dadurch wird theils der Strom, indem er an sie stößt, genöthigt, die Erde unterwärts aufzuwühlen, theils wenn es grosse Felsstücken sind, und der Strom sich dadurch auf der Seite verengert, greift er die Ufer an und unterwäscht

sie,

sie, daß sie hernach bey Gelegenheit einstürzen. 2) lang anhaltende **Regen**, imgleichen der im Sommer auf den Gebürgen schmelzende Schnee, schwellen den Strom auf. Er tritt daher aus seinen Ufern und verursacht Ueberschwemmungen. Dadurch werden nicht nur die Ufer beschädigt, sondern es wird auch, von dem sich wieder zurückziehenden Wasser, Erde, Sand und Schlamm in den Strom gebracht. Dieser wird dadurch seichter, oder führt den in Menge losgewaschenen Sand an andere Orte, setzt ihn da an, und bildet zum Schaden der Strombahn Inseln. 3) Durch **Stürme.** Bey Stürmen fährt die Luft eine Zeitlang fort, ununterbrochen auf das Wasser zu wirken, daher bekommt dieses eine beschleunigte Bewegung und also eine grössere Gewalt. (S. erste Gründe der Naturl. §. 70.) Da nun die Masse des Wassers sehr groß ist, so darf man sich über die erstaunliche Gewalt nicht wundern, welche das Wasser ausübt. Es würkt nicht nur auf die Ufer und beschädigt sie, reißt die Deiche und Dämme um, verursacht Ueberschwemmungen, und wirft oft Brücken, die über den Fluß angelegt sind, über den Haufen; sondern es wühlt auch den auf den Boden des Flußbettes liegenden Sand auf, und bildet Sandbänke, oder ändert doch zum Schaden der Schifffahrt die schon vorhandene Sandbänke, und giebt

ihnen eine andere lage, wie dieses in der Elbe und andern grossen Flüssen beständig geschieht.

§. 58.

Künstlich verursachter Schaden.

γ) Der Strom wird **künstlich** verderbt 1) durch **Schutt** und **Schlacken**, die in den Strom geworfen werden. Dieser macht nicht nur die Orte, wo man dergleichen hinein wirft, seichter, sondern, wenn dergleichen vom Strome fortgeführt wird, setzt es sich an die Krümmungen und seichten Orten fest. Oft werden Schlacken, zumahl von Steinkohlen, in die nahe belegenen Schleusen vom Strome fortgeführt, und verderben diese und andere Wassergebäude gänzlich. 2) Durch **Gebäude**, die in den Strom hinein gebauet werden. Dadurch wird der Strom gebrochen und auf das gegenüberliegende Ufer getrieben, welches dadurch eingerissen und beschädigt wird. 3) Durch ungeschickt angelegte **Buhnen**, welche die Strombahn nicht in die Mitte des Flusses, sondern auf die gegenüberliegende Ufer determiniren. Es sey die Strombahn AB, die angelegte Buhne DEF, welche die Strombahn in B auffängt, und von B gegen C reflectirt; so wird das Ufer daselbst eingerissen werden. 4) Durch **Verengerung** des Stromes. Dadurch wird der Strom schneller und tiefer, wühlt den Sand unter sich auf, und führt ihn weiter. Wird er von dort nicht immer weiter

Tab. XIX. Fig. 3.

fort-

fortgeschafft, so bleibt er liegen, macht den Strom seichter verursacht Ueberschwemmungen und hindert die Schiffahrt. 5) Endlich wird der Strom oft durch unrecht angebrachte **Anhägerungen** verderbt. Es sey GH das Ufer des Flusses, und man habe das Land GIH durch Anhägerung gewonnen, so wendet sich der Strom gegen das Ufer in K, und reißt es ein. Man verliert daher an dem andern Ufer, wgs man an dem einen gewonnen hatte, die Strombahn ändert sich, und die jetzt losgerissene Erde macht den Fluß seicht. Tab. XIX. Fig. 3.

§. 59.

bb) Wie diesem abzuhelfen.

Man kann dem bisher erzehlten Schaden auf eine doppelte Art abhelfen und vorbeugen, theils indem man die bisher angeführten Ursachen der Beschädigung **wegschafft**, theils indem man die Ufer durch angelegte Werke und Gebäude **befestigt**.

α) Will man die Ursachen der Uferbeschädigung wegschaffen, so muß αα) bey den natürlichen Beschädigungen (§. 54). die steile **Höhe** des Ufers eine Böschung oder Abdachung erhalten, wobey man sich aber zu hüten hat, daß die abgegrabene Erde nicht in den Fluß geworfen, sondern weggeführt werde. Die **Krümmungen** des Flusses können zwar nicht geändert werden, man muß aber die Ufer, welche die Strombahn trifft, befestigen, und die Strombahn durch

wohl angelegte **Buhnen** auffangen und mitten in dem Fluß determiniren. Von diesen Buhnen soll weiter unten weitläuftiger gehandelt werden. Die **Zungen** und Hervorragungen müssen entweder weggeschafft werden, oder man muß das gegenüberliegende Ufer gehörig befestigen. Sind **Stromengen** vorhanden, so muß man diese, wo möglich, erweitern. Läßt sich dieses nicht thun, so muß man alles vermeiden, was den Strom noch mehr aufhalten könnte. Man muß z. B. keine Brücken mit Pfeilern daselbst anlegen, denn indem das Wasser an die Pfeiler anstößt, verliert es einen Theil seiner Geschwindigkeit. Man muß ferner die Ufer unterhalb der Stromenge erweitern, damit das Wasser sich ausbreiten könne, u. s. w.

ββ) Bey den **zufälligen** Beschädigungen müssen grosse Steine und Felsstücken durch Maschinen, die unten beschrieben werden sollen, herausgeschafft werden. Nach **Ueberschwemmungen** und **Stürmen** muß man die beschädigten Ufer so fort repariren, um dadurch dem weitern Einreissen vorzubeugen.

γγ) Den **künstlichen** Schaden kann man am leichtesten durch gute Aufsicht abwenden. Es muß zu dem Ende bey scharfer Strafe verboten werden, daß niemand sich unterstehe, Schutt und Schlacken in den Fluß zu werfen. Es muß niemand ohne Erlaubniß und vorhergegangene genaue Besichti-

gung

gung Gebäude in dem Strom aufführen. Und endlich muß man Buhnen und Brücken mit gehöriger Vorsicht recht anlegen, und das land nicht an solchen Orten ohne Noth anhägern, wo Schaden dadurch entstehen kann.

§. 60.

Uferbefestigung überhaupt.

Wenn man die Ufer vor der Gewalt des Wassers in Sicherheit setzen will, so ist ein doppelter Fall möglich. Entweder man sorgt bloß davor, daß die Ufer nicht beschädigt werden, oder man will niedriger liegende Länder vor der Ueberschwemmung und dem Einbruch des Wassers verwahren. Das erste geschieht durch die eigentlich sogenannten **Uferbefestigungen**, das zweyte durch **Dämme** und **Deiche**.

§. 61.

1) Eigentliche Uferbefestigung.

Bey der eigentlich sogenannten **Uferbefestigung** hat man wieder eine doppelte Absicht. Entweder man will der Strombahn α) eine **andere Richtung** geben; dieses geschieht durch **Buhnen**. Oder man will β) bloß dem Ufer eine **grössere Festigkeit** geben, damit es nicht vom Wasser beschädigt werde.

§. 62.

α) Buhnen.

Buhnen heissen alle Werke, die dazu angelegt werden, die Strombahn aufzufangen, und ihr eine andere Richtung zu geben.

Man

Tab. XIX. Fig. 3.

Man giebt ihnen gemeiniglich die Form eines rechtwinklichten Dreyecks DEF, welches mit der Hypothenuse DF am Ufer anliegt, und mit dem grössern Cathete DE die Strombahn auffängt. Man macht sie von durchflochtenen Pfählen, wie die Uferverzäunungen, oder von Holz, oder von Stein. Die Eigenschaften einer guten Buhne sind folgende: 1) Sie muß so breit seyn, daß sie die ganze Strombahn auffängt, weil diese dadurch sonst nicht völlig in ihrer Richtung geändert werden würde. 2) Sie muß so gerade und eben seyn, als es sich will thun lassen. Wer sieht nicht, daß sonst die Strombahn nicht gleichförmig reflectirt, sondern in verschiedene Ströme zertheilt werden würde? 3) Die lage der Buhne muß so beschaffen seyn, daß die Strombahn dadurch in die Mitte des Flusses reflectirt, und nicht auf das Ufer geleitet werde. Will man also eine Buhne anlegen, so muß man zuerst die Strombahn bestimmen, und hernach die lage der Buhne so einrichten, daß die Strombahn die verlangte Richtung erhalte. Das erste geschieht durch schwarze hölzerne Kugeln, die man in der Mitte des Stroms schwimmen läßt. Man beobachtet ihre Richtung, und wo sie an die gekrümmete Ufer anschlagen, so weiß man die Richtung der Strombahn. Da, wo die Strombahn ans Ufer anschlägt, wird ein Pfahl eingeschlagen, und an diesen ein beweglich Brett befestigt,

Dies

Diesem Brett giebt man, um das zweyte zu erhalten, eine beliebige Richtung, und bemerkt, wohin die anschlagende Kugeln reflecirt werden. Sieht man, daß sie mitten im Strom bleiben, so hat man die wahre Richtung, und nach derselben muß der Cathetus DE der Buhne angelegt werden. In kleinern Strömen, wo die Gewalt der Strombahn nicht sehr groß ist, bedient man sich, die Richtung der Strombahn zu ändern, und die Ufer dadurch in Sicherheit zu setzen, der **Stromkörbe**. Dieses sind Cylinder, die aus 4 Zoll dicken und etwan 12 Schuh hohen, mit Weidenzweigen durchflochtenen Stäben bestehen, und inwendig mit Strauchwerk und Steinen gefüllt werden. Diese werden in dem Strom versenkt und so eingeschlagen, daß das breite Ende der Pfähle unten kommt.

§. 63.

β) Befestigung des Ufers.

Alle Uferbefestigungen können in die **natürlichen** und **künstlichen** eingetheilt werden. αα) Zu den **natürlichen** gehören hauptsächlich die **Wasserweiden**, die an dem zu befestigenden Ufer herunter gepflanzt werden. Wenn man diese nahe genug an einander setzt, so geben deren Wurzeln dem Erdreich eine grosse Festigkeit, und hindern das Einreissen und Unterwaschen desselben. ββ) Alle künstliche Uferbefestigungen heissen **Verschalungen**, und diese sind entweder א) ein-

fache; dahin gehört die bloſſe **Verzäunung**, die **Vernätherung** und die **Packwerke**. 2) Oder zuſammengeſetzte. Dieſe werden entweder אא) von Pfählen gemacht, und heiſſen **Pfahlwerke**. Oder בב) ſie werden gemauert, welches **Mauerwerke** genennt werden.

§. 64.

א) Verzäunung. Vernätherung. Packwerke.

Die leichteſte und am wenigſten koſtbare Uferbefeſtigung iſt die **Verzäunung** oder das **Flechtwerk**. Es werden runde, wenigſtens einen Schuh im Durchmeſſer habende Pfähle, 30 bis 33 Zoll weit von einander in einer Reihe vor dem Ufer ſo tief eingeſchlagen, daß ihre Köpfe auch über das höchſte Waſſer 2 Schuh weit heraus ragen. Zwiſchen dieſe Pfähle werden Zweige von gutem Holz, oder auch Würſte von zuſammengeflochtenen Weidenzweigen eingeflochten, und ganz herunter geſtoſſen. Weit feſter iſt die **Vernätherung**. Hier werden ſo weit in dem Strom, als es ſich will thun laſſen, bey niedrigem Waſſer Zaunpfähle in den Boden eingetrieben in A B, und mit Weidenzweigen oder Würſten wie vorhin durchflochten. Man kann auch zwey ſolche Reihen hinter einander anlegen. Von dieſer Reihe von Pfählen, die neben einander ſtehen, werden bis zum höchſten Ufer andere Pfähle hinter einander in D E eingeſchlagen, davon die hintern immer

Tab. XIX. Fig. 4.

mer höher stehen. Dadurch wird der ganze Raum in Fächer DEED getheilt. Diese werden mit groben Schutt und Steinen angefüllt. Auf dieses werden starke Knüppel und ganze Weidenzweige gelegt, und zwischen die Wände der Fächer eingeflochten. Auf diese wird wieder eine Lage Schutt angebracht, und damit so lange abgewechselt, bis das Werk die gehörige Höhe hat. Wenn der Raum zwischen einem Flechtwerk bis zum höchsten Ufer mit Faschinen ausgefüllt wird, welche mit dem Sturz Ende gegen den Strom zu gekehrt sind, und so auf einander gelegt werden, daß die untern Lagen um etwas hervorragen; so heißt dieses ein **Packwerk**.

§. 65.

NN) Pfahlwerke.

Werden die Ufer durch eingerammte Pfähle verschalet, so heissen dieses **Pfahlwerke**. Hier ist ein doppelter Fall, entweder bestehen solche Pfahlwerke aus blossen Pfählen, die unmittelbar neben einander eingerammet werden, oder sie bestehen aus Pfählen und Brettern. 1) Sie bestehen aus blossen Pfählen. Diese Pfähle sind von Eichenholz, unten zugespitzt, und müssen so lange bey lockerem Erdreich eingerammet werden, bis sie gar nicht mehr nachgeben. Ist der Grund felsicht, wie bey unserer Schleuse zu Simritz, so muß man sie unten mit Eisen

verschuhen lassen, sonst greifen sie in den Grund nicht ein. Man schlägt sie entweder nur bloß neben einander, oder man versiehet jeden Pfahl auf der einen Seite mit einem Falz, welcher der länge nach herunter geht, und auf der andern Seite mit einer sich in den Falz genau passenden Hervorragung. Auf diese Weise stehen die Pfähle fester. Wegen des Eisganges kann man sie von aussen, so hoch als es nöthig ist, mit Brettern verkleiden.

2) Bestehen sie nicht aus bloßen Pfählen, so werden sie auf folgende Art eingerichtet. Man

Tab. XIX. Fig 5.

schlägt eine Reihe von Pfählen A B C längst dem Ufer dergestalt ein, daß jeder Pfahl von dem andern 3, höchstens 4 Schuh weit entfernt sey. Alle diese Pfähle bekommen auf jeder Seite einen Falz. Zwischen dieselben werden Bretter so tief herunter getrieben, daß das unterste Brett tiefer in das Erdreich eingreife, als das Strombette ist. Weil sonst das Wasser die Erde unterhalb der Bretter loswühlt, und hinter die Verschalung eindringt. Damit aber dergleichen Werke der Gewalt des Wassers besser widerstehen, werden sie verankert. Diese Verankerung wird nach des Herrn Oberconsistorialrath Silberschlags *) Anleitung auf folgende Art eingerichtet. Vor drey eingeschlagene Pfähle A B C wird der Querbalken D E (Tab. XIX. Fig. 5.) horizontal

*) Abhandl. vom Wasserbau an Strömen 1 Th. S. 304.

zental auf die hervorragende Köpfe F, F der Ankerbalken gelegt. Diese Ankerbalken werden in FG, FG (Tab. XIX. Fig 6.) von der Seite vorgestellt, die Ankerbalken werden forne um etwas ausgeschnitten, und in diese Vertiefung wird der Querbalken DE eingelassen. Dadurch verhindert man, daß der Querbalken von den Ankerbalken nicht abgehen könne. Die Ankerbalken FG liegen in G im Ufer fest. Damit sie aber vorwärts nicht nachgeben, so sind sie hier in einen neuen Querbalken IK eingefüget. Damit aber auch dieser nicht nachgebe, so werden vor ihn die 3 Pfähle H, H, H eingeschlagen. Der Raum zwischen dem Ufer und den Pfählen wird mit groben Schutt ausgefüllt, weil Faschinen leicht faulen, und daher verursachen, daß das auf ihnen liegende Erdreich bald einsinkt.

Tab. XIX. Fig. 6.

§. 66.

בב) Mauerwerke.

Soll eine Uferbefestigung von **Mauerwerk** angelegt werden; so wird dazu dreyerley erfordert. 1) Muß die Mauer einen festen Grund haben. 2) Auf diesem muß die Mauer selbst auf solche Art angelegt werden, daß sie den Druck des Wassers völlig widerstehe, und 3) muß sie vom Druck des Ufers, imgleichen vorm Eisgang verwahrt werden. 1) Der **Grund** wird durch einen **Rost** befestigt. Es werden nemlich in der Entfernung von 7 bis

8 Schuh

8 Schuh, so lang am Ufer herunter, als die Mauer werden soll, in AA zwey Reihen Pfähle eingerammet, doch so, daß sie in der Dicke einer Schwelle aus dem Grunde hervorragen. Auf den Köpfen der Pfähle werden Zapfen ausgeschnitten, und über die Pfähle werden der länge nach Schwellen gelegt, die mit Löchern versehen seyn müssen, in welche die Zapfen der Pfähle genau schliessen. Der Raum zwischen diesen zwey Reihen wird durch andere quer über einzurammende Pfähle in Fächer getheilt, und auch diese Pfähle mit Zwergschwellen, auf eben die Art, wie vorhin, überlegt, welche in die vorigen Schwellen mit Schwalbenschwänzen eingezapft, und mit hölzernen Nägeln befestigt seyn müssen. Diese Zwergschwellen werden wieder durch parallele Schwellen B B mit einander verbunden. Daraus entstehen viereckte Fächer. In diese Fächer BDCC werden einzelne Pfähle eingerammet, und die kleinern Zwischenräume mit Schutt ausgefüllt. 2) Die Mauer selbst muß, so viel möglich, von Quadersteinen aufgeführt, und die Löcher der eisernen Klammern, mit Bley oder einem besondern Kütt ausgegossen werden. Tab. XX. Fig. 2.

Die Mauer wird unten in DC vorne etwas schmaler als der Rost, und bekommt zu mehrerer Festigkeit eine leichte Böschung in AD und BC. Da, wo die Mauer anfängt und aufhört, muß sie in das Ufer hineinlaufen, damit das Eindringen des Tab. XX. Fig. 1.

Wassers

Wassers hinter die Mauer verhindert werde. 3) Die Mauer vor dem Druck des Ufers und dem Eisgang zu verwahren, werden die Quadersteine mit Backsteinen hintermauert, es sey denn, daß die Quaderstücken sehr dick wären. Auch werden zu mehrerer Festigkeit hin und wieder Rückpfeiler gemauert. Um die ganze Mauer geht ein Rahm oder starke Schwelle G. Diese giebt theils derselben eine mehrere Festigkeit, daß sie nicht vorgedrückt werden kann, theils hindert sie den Anstoß der vorbey fahrenden Schiffe und der treibenden Eisschollen.

§. 67.

1) Dämme und Deiche.

Marschländer und alle solche Länder, die niedriger liegen als die hohe Fluth, müssen vor Ueberschwemmungen durch **Deiche** und **Dämme** versichert werden; bey welchen wir 1) ihre allgemeine Beschaffenheit, 2) wie sie anzulegen, 3) ihre Bedeckung, und 4) wie das hinter denselben in den sogenannten Binnenlande sich sammlende Wasser heraus zu leiten sey, zu betrachten haben.

§. 68.

1) Allgemeine Beschaffenheit.

Ein Damm oder Deich ist ein von Erde aufgeführter Wall, der das Wasser der Ströme und Meere abhält, daß es die niedere Gegen-

genden nicht überschwemme. Ein guter Deich muß also 1) dem Druck des Wassers so wohl als dem Stoß desselben bey Stürmen gehörig wiederstehen, und nicht nur die gewöhnliche Fluth des Wassers abhalten, sondern auch die gröste Höhe der Wellen. 2) Er muß so dicht seyn, daß das Wasser ihn nicht durchdringen kann. 3) Er muß nicht unnöthig kostbar seyn. Er muß daher a) von Erde aufgeführt werden, b) von aussen und innen eine Dossirung oder Böschung haben, (diese Dossirung heißt in der Deichsprache die **Gloje,**) und also unten viel breiter seyn, als oben. Dieses erfordert die Festigkeit. Die äussere Dossirung AB muß sich sehr langsam heben, so daß auf 1 Fuß Höhe die Dossirung von 2 bis 8 Fuß betrage. Dadurch wird nicht nur der Damm unten sehr dick, sondern auch die Würkung des Wassers auf den Damm sehr gemindert. Denn da der Stoß desto geringer wird, je schiefer die Fläche ist, auf welche derselbe geschieht, so muß auch die Würkung des Wassers auf den Damm desto geringer werden, je flächer die Dossirung ist. Die **Dicke** des Dammes AD richtet sich theils nach der Stärke des Wassers, theils nach der Beschaffenheit des Erdreichs. Zähe und feste Erde wiedersteht der Gewalt des Wassers besser, als lockere Erde und Sand. c) Oben muß er eine der Stärke des Deiches gemässe Breite haben; diese heißt die

Tab. XX. Fig. 3.

Kappe,

Kappe, BC, oder der **Kamm.** Die Höhe des Hauptdammes richtet sich nach der grösten Höhe des Wassers und der Wellen. Der Hauptdamm muß allezeit höher seyn, als die höchsten Wellen, welches aus der Erfahrung allein bestimmt werden muß. Zur Aufführung eines Dammes wird Erde erfordert. Diese erhält man am bequemsten durch Anlegung eines breiten Grabens F vor demselben, ja man legt dergleichen wol auch hinter denselben. Dadurch erhält man noch überdem den Vortheil, daß die Gewalt des andringenden Wassers in etwas gebrochen wird, indem es erst in den Graben fällt und denselben anfüllet.

§. 69.

2) Anlegung eines Dammes.

Wenn ein Damm angelegt, oder eine Gegend bedeicht werden soll, so wird erfordert, 1) daß man den **Grund** wohl untersuche, ob er auch tüchtig sey, eine solche last von Erde zu tragen; sonst setzt man sich in die Gefahr, daß der angelegte Damm durch seine eigne Schwere einsinkt. Man muß daher den Hauptdamm auf festes, und nicht auf lockeres seit kurzem angehägertes land legen. Eberenz*) führt davon ein merkwürdig Beyspiel an. Im Jahr 1663 war durch die Ge-

*) Wasserbaukunst an reissenden Strömen. 2. Th. S. 13.

Gewalt des Meeres ein Deich durchgebrochen, und das Ufer hatte ein so grosses Loch erhalten, daß man es in Form eines halben Cirkels umdeichen muste. Dieser Kolk hatte sich mit Erde nach und nach angefüllt. Im Jahr 1717 ward der Deich abermahl beschädigt, und da verordnete ein sonst erfahrner Baumeister, daß der Kolk gerade über, zu Ersparung der Kosten, bedeicht werden sollte. Man legte den Deich nach seiner Einrichtung an, er sank aber in kurzer Zeit wieder weg, weil das Erdreich, daß sich erst seit einigen Jahren angesetzt hatte, viel zu locker war, eine solche Last zu tragen. 2) Man lege den Hauptdamm nicht unmittelbar an das Ufer, sondern in einer gehörigen Entfernung davon. Dadurch erhält man nicht nur eine grössere Festigkeit des Grundes, welcher nahe am Wasser unterwaschen seyn kann; sondern man hindert auch das Wasser, daß es nicht beständig an dem Fuß des Hauptdammes wühle. 3) Da aber die Ebbe und Fluth, durch das dadurch verursachte beständige Steigen und Fallen des Wassers, die Ufer am meisten beschädigt, und daher auch der Hauptdamm dadurch am stärksten leiden würde, wodurch beständige kostbare Reparaturen entstehen müsten; so legt man vor dem Hauptdamm, in gehöriger Entfernung, gegen das Wasser einen **Kaydamm** oder Kayendamm an. Dieser wird ein, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß

höher

höher angelegt, als die höchste Fluth; die Kappe wird 7 Fuß breit, die Dossirung wird wie 3:5 oder wie 7:11 die Berme zu beyden Seiten 5 bis 7 Fuß breit *). Vor und hinter diesen Kaydeich kommt ein Graben. Dieser Kaydeich ist gleichsam das Aussenwerk des Deiches, und hält die Fluth ab. Die Reparaturen dieses niedrigen Dammes sind nicht kostbar, er ist auch nicht schwer, und kann daher nahe an das Wasser gelegt werden. Oft ist man genöthigt, den Hauptdeich, zumahl in Flüssen, unmittelbar an das Wasser anzulegen. Solche Deiche, die kein Vorland haben, heissen **Schlickdeiche.** 4) Ist dieses alles gehörig eingerichtet, so wird der **Bestick** des Deiches sammt der Deichlinie genau bestimmt. Der **Bestick** ist die untere und obere Dicke, nebst der Dossirung, die gehörig berechnet aufgerissen und abgesteckt werden müssen. Es ist also das **Profil** des Deiches ABCD (Tab. XX Fig. 3.) Die **Deichlinie** aber ist die lage des Deichs der länge nach, abc (Tab. XX. Fig. 4.) Diese richtet sich nach der lage des Ufers, und nach der gehörigen Entfernung, welche der Hauptdeich vom Wasser haben muß. Diese Deichlinie wird mit Stäben abgesteckt. 5) Die Breite und Tiefe der Gräben wird durch die Menge der

Erde

*) S. Silberschlags Abhandlung vom Wasserbau an Strömen S. 153.

Erde bestimmet, die man zur Aufführung des Haupt- und Kaydeiches braucht. Damit aber durch den Graben die Communication des Hauptdammes mit dem davor liegenden lande nicht unterbrochen werde, so legt man über den Graben in gehörigen Entfernungen die **Spitzdämme** ddd an. Wie man auf andere Art Dämme anlegen könne, imgleichen von den hölzernen und steinernen Dämmen kann man in **Brahms, Eberenz** und **Hunrichs** oben angeführten Schriften nachsehen.

Tab. XX. Fig. 4.

§. 70.

3) Bedeckung.

Die Erde ist ein lockerer Körper, und kann daher durch die Gewalt des Wassers leicht weggespühlt werden. Um dieses bey den Deichen zu verhindern, muß die äussere Dossirung des Dammes, mit einer **Bedeckung** versehen werden. Dazu bedient man sich des **Strohes**, oder der **Wasen**, oder man läßt Gras darauf wachsen, oder man besetzt den Deich mit Sträuchern und Dornen. Das **Stroh** wird mit Strohseilen überflochten und mit hölzernen oder eisernen Nadeln in der Erde befestigt. Da aber das Stroh so bald faulet, so sind dergleichen Bedeckungen nicht dauerhaft, und erfordern beständige Reparaturen. Den Damm mit ausgestochenen Wasen zu belegen, verwirft **Eberenz** *), weil sie

*) Wasserbau an reissenden Strömen, 2 Th. S. 144.

sie vom Platzregen leicht abgespület werden. Man lasse also den Damm mit Gras bewachsen, so geben die Wurzeln des Grases, der Erde eine grössere Festigkeit. Wiewohl dieses nur bey süssem Wasser angeht, indem das Gras beym Salzwasser nicht recht fortkommt. Die Bedeckung mit **Gesträuch** ist zwar an sich gut, allein **Gautier** erinnert dagegen, daß sie den Mardern und Füchsen Gelegenheit geben, ihre Löcher in den Damm zu graben, und daß dieser dadurch Schaden leide.

§. 71.

4) Oeffnungen im Deich zum Durchfluß des innern Wassers.

Man muß nicht nur durch die Deiche den Einbruch des äussern Wassers abhalten, sondern man muß auch dafür sorgen, daß das in dem Binnenlande befindliche Wasser herausgeschafft werden könne. Zu dem Ende müssen in dem Deich Oeffnungen angebracht werden. Diese haben zugleich den Nutzen, daß man das niedrige Land in Kriegszeiten, unter Wasser setzen kann. Zu dem Ende werden hin und wieder in dem Damm grössere und kleinere Oeffnungen angelegt. Die grössern sind **Schleusen** oder **Siehle**. Diese sind mehrentheils oben gewölbt, es sey denn, daß sie auch zur Schiffahrt dienen sollten, da sie oben offen seyn müssen. Sie sind im übrigen, so wie andere Schleusen, davon unten

ten gehandelt werden soll, mit Thüren versehen. Die kleinern sind entweder **Pumpen**, oder **Sichter**. Eine **Pumpe**, Pumpsiehl oder Klapsiehl ist ein viereckter, aus Jochstücken zusammengesetzter und mit Brettern verschlagener, durch den Damm gehender Kanal, der gegen das Wasser zu mit einer Klappe versehen ist. Diese hält das Wasser ab, daß es nicht von aussen hineindringe, beym Aufziehen derselben aber kann dadurch das innere Wasser herausgelassen werden. Ein **Sichter** oder **Höhle** aber ist ein kleiner viereckter bloß aus Brettern bestehender Kanal, oder auch nur eine aus einem ausgebohrten Baum gemachte Röhre, welche queer durch den Damm gehet, und zum Abfluß des innern Wassers dient.

2) Wassergebäude und Werke zur Beförderung der Schifffahrt.

§. 72.

Hindernisse der Schifffahrt.

Ehe wir zeigen können, wie die Schifffahrt durch angelegte Wassergebäude zu befördern sey, müssen wir erst die in der Schifffahrt vorfallende Hinderniss betrachten, die aus der Beschaffenheit der Flüsse entstehen. Die Schifffahrt auf Strömen wird gehindert, **einmahl** durch **Strudel**. Diese können nicht weggeschafft werden, und gehören also hier-

hierher nicht. **Zweytens**, dadurch, daß die Flüsse zu seichte sind. Diesem Uebel wird entweder a) durchs **Anschwellen** der Ströme, oder b) durch deren **Vertiefung** abgeholfen. **Drittens**, durch Wasserfälle. Um dieses Hinderniß wegzuschaffen, werden c) **Rollbrücken** und d) **Schleusen** angelegt.

I. Ströme sind zu seichte.

§. 73.

a) Anschwellen der Ströme.

Man kann die Ströme auf eine doppelte Art anschwellen. aa) Indem man die Arme abschneidet, und das dadurch fliessende Wasser nöthiget, im Hauptstrome zu bleiben. Oder bb) indem man das Wasser des Hauptstroms hindert, daß es nicht so geschwinde fortfließt. Beydes wird durch **Währe** und **Krippenwerke** erhalten, welche wir daher näher zu betrachten haben. **Währe** sind eine Hattung niedriger Dämme, wodurch das Wasser gestauet wird, und daher vor dem Währe aufschwillt. Sie werden theils auf eine einfache Art, wenn der Boden fest genug ist, bloß von grossen Pflastersteinen gemacht, die queer über den Strom, in Form eines dreyeckigten Prismatis liegen, dessen breiteste Grundfläche auf dem Boden des Strombettes liegt, und über dessen Schärfe das Wasser herabstürzt. Oder sie werden von Quadersteinen

Tab. XX. Fig. 5. nen gemauert. Im letzten Fall wird in den Boden des Strombettes ein Rost von eichenen Pfählen ABDC eingeschlagen. Dieser Grund des Währes muß tiefer liegen, als das Strombette. Auf diesen wird das Währ in AEFB dergestalt gemauert, daß es gegen den obern Theil EF immer schmaler wird. Dieser obere Theil heißt der **Sattel**, und pflegt etwas gekrümmt zu seyn. Der hintere Theil wird eben so schief angelegt, der, wie Hr. Oberconsistorialrath **Silberschlag** *) angiebt, mit Stufen versehen, damit der Stoß des fallenden Wassers gebrochen werde. Man legt sie an α) queer über den Strom, wenn man ihn vor dem Währ zu verschiedenen Absichten anschwellen will β) Im Eingang eines Nebenarms C, damit das Wasser den Nebenarm verlasse, und stärker durch den Hauptstrom gehe. In diesem Fall muß die Richtung des Währs AB mit der Lage des Ufers einerley seyn, dergestalt, daß das Währ als die Fortsetzung des Ufers angesehen werden könne, weil sonst das Wasser darneben einbricht. Wenn der Strom dadurch seichter geworden ist, daß er sich in viele Nebenarme zertheilet hat, so wird das Wasser desselben, durch das Abschneiden dieser Nebenarme, seine vorige Höhe bald wieder erhalten. γ) Endlich legt man Währe an, um das Wasserrad einer Mühle oder Kunst besser

Tab. XX. Fig. 6.

zu

*) l. c. S. 101.

zu treiben. Ist dieses, so muß die Richtung des Währs nicht, wie gemeiniglich geschieht, mit der Richtung der Ufer parallel angelegt werden, weil sich das Wasser dadurch nicht fängt; sondern schief. Dergestalt, daß wenn D die Wassermühle wäre, so muß das Währ die lage FE erhalten, damit das Wasser in GE in einen engern Raum gebracht werde, dadurch in die Höhe steige und eine schnellere Bewegung erhalte. Die **Krippenwerke** bestehen aus 2, oder, wenn der Strom stark ist, 3 Reihen Pfähle, die unten mit Eisen verschuhet und sonst wohl befestigt sind. Der Raum zwischen ihnen wird mit Schutt und Steinen ausgefüllt, und die Pfähle selbst des Eises wegen mit Brettern von aussen verkleidet. Hin und wieder läßt man Oeffnungen, die mit Schutzbrettern versehen werden, um im Fall der Noth das Wasser dadurch zu lassen. Sie sind also auch Dämme, wie die **Währe**, und thun dieselben Dienste.

Befinden sich neben dem Strom Bäche, die höher liegen, als das Strombette, so kann man diese durch gegrabene Kanäle in den Strom leiten, um auch dadurch das Wasser desselben zu vermehren, und den Strom anzuschwellen.

§. 74.

b) Vertiefung der Ströme.

Die Ströme können auf eine dreyfache Art vertieft werden. 1) Einmahl durch die

Verengerung des Stroms. Dieses geschieht durch gut angebrachte und etwas in den Strom hinein gebaute Uferbefestigungen und Anhägerungen. Weil der Strom dadurch enger wird, so nimmt seine Geschwindigkeit zu, er würkt also stärker auf den Boden des Strombettes, wühlt die Erde auf, führt sie mit sich fort, und die Strombahn wird dadurch tiefer. 2) Zweytens, durchs Abschützen des Stromes. Dieses geht bey Flüssen an, die sich in zwey oder mehr Arme zertheilen. In dem Fall kann man durch angelegte Dämme das Wasser abschützen, und zwingen, daß es durch die andern Arme geht. Inzwischen läßt man den Boden des ausgetrockneten Theils vertiefen, und die Erde, Steine und andern Unrath herausschaffen. 3) Drittens geschieht dieses durch Maschinen. Eine der besten von der Art beschreibt **Belidor** *), deren man sich bey Ausräumung und Vertiefung des Hafens von Dünkirchen bedient. GHIK ist der verticale Durchschnitt eines an vier Ankern befestigten Schiffes. In A ist ein sehr grosses Tretrad, über dessen Welle C geht eine Kette, die über die Rolle G läuft, und in F an einer grossen hölzernen Schaufel befestigt ist. Diese Schaufel ist vorne in FM offen, hinten in E aber hat sie eine Thüre, die mit eisernen Riegeln wohl verwahrt ist. Diese Schaufel

Tab. XX. Fig. 7.

ist

*) Architectura Hydraul. Tom. 2. Lib. I. cap. 5.

ist an einem langen Arm oder Stiel LM befestigt, der sich um den Ruhepunkt N drehen läßt. Hinter dem grossen Tretrade A befindet sich das kleinere Tretrad B, um dessen Welle D geht auch eine Kette, die an dem Hindertheil E der Schaufel FME befestigt ist. Wenn die Schaufel sich in der lage LE befindet, und das Tretrad A wird bewegt; so wickelt sich die Kette um die Welle C, und zieht die Schaufel durch den Sand und die Erde des Grundes durch. Die Schaufel füllet sich an, und kommt, wenn sich die Kette völlig aufgewickelt hat, in die lage PE. Zu eben der Zeit wird das kleinere Tretrad rückwärts gedrehet, und die um die Welle D gehende Kette wickelt sich ab, verlängert sich, und folgt der Schaufel bis in die lage PE. In dieser lage wird die Thüre bey E durch Hülfe eines Schiffhaakens geöffnet, der Sand und die Erde fällt heraus und in ein darunter liegendes Fahrzeug Q. Wenn die Schaufel ausgeleert ist, so werden beyde Treträder rückwärts bewegt, die Kette in C wickelt sich ab, und verlängert sich. Die über D gehende Kette aber wickelt sich wieder auf, und ziehet die Schaufel in die lage LE zurück, da sie aufs neue in den Grund eingreift und sich wieder füllet. Auf der andern Seite des Schiffs ist eben eine solche Schaufel, die Ketten aber sind über die Wellen C und D verkehrt gewunden, so daß die eine

Schaufel in die Höhe geht, wenn die andere sinkt.

II. Wasserfälle.

§. 75.

c) Rollbrücken.

Wird die Schifffahrt durch Wasserfälle gehindert, so legt man in kleinen Strömen, und wo nur kleine Fahrzeuge oder Kähne paßiren, **Rollbrücken**, in grössere Ströme und bey grössern Fahrzeugen aber Schleusen an. Soll eine Rollbrücke angelegt werden, so wird erst ein Rost von Pfählen AB eingeschlagen. Auf diesem wird die Rollbrücke angelegt, die aus den zwey schiefen Flächen AC und BC besteht, wovon BC, gegen die tiefere Seite des Wasserfalls zu, länger ist als AC. Auf diese Flächen werden die Walzen GG gelegt, die in eisernen Zapfen frey liegen. An beyden Seiten des Ufers in F und H stehen zwey Winden. Soll nun ein Kahn DE über diese Brücke gezogen werden, so werden vorne in D die Stricke DF und DH befestigt, und der Kahn wird aus A in C über die sich drehende Walzen G heraufgezogen, und auf eben die Art von C in B langsam heruntergelassen. Da die Kähne beym Herüberziehen über die Walzen sich sehr stossen, und daher leicht beschädigt werden, etwas grössere Schiffe sich aber gar nicht so herüber ziehen lassen,

Tab. XX. Fig. 8.

so

so werden Rollbrücken nicht leicht angelegt, es sey denn, daß die Passage so schwach ist, daß es nicht die Kosten verlohnet, eine Schleuse anzulegen, oder der Schleusenbau, wegen schon an dem Strom vorhandenen Mühlen, und anderer Hindernisse, nicht vorgenommen werden kann.

§. 76.

d) Schleusen überhaupt.

Weit wichtiger sind die Schleusen, wodurch die Schifffarth auf Strömen ungemein nebst der Handlung befördert wird. Wir haben von diesen Wassergebäuden 1) ihren **Begriff**, 2) ihre **Eintheilung**, und 3) ihre **Einrichtung** zu bestimmen.

§. 77.

1) Begriff. 2) Eintheilung.

1) **Begriff.** Eine Schleuse oder Siehle ist ein Kanal, der durch Thüren bequem verschlossen und geöffnet werden kann, um das Wasser zu verschiedenen Absichten zurückzuhalten oder durchzulassen. 2) **Eintheilung.** Schleusen werden in doppelter Absicht angelegt, a) entweder blos das Wasser durch die Oeffnung eines Deiches ein und auszulassen, oder b) das Wasser dergestalt zu fangen und zu stauen, daß durch dessen Hülfe ein Schiff bequem über einen mäßigen Wasserfall gebracht werden kann. Diese letzte Art heissen

Fang

Fangschleusen, und von diesen zur Beförderung der Schifffahrt eigentlich dienenden Schleusen wird hier gehandelt. Die Fangschleusen sind wieder in Absicht auf ihre Construction aa) entweder **einfache**, die nur aus einem mit Thüren verschlossenen Kanal bestehen, oder bb) **doppelte**, wo sich neben dem Hauptkanal noch ein kleinerer auch mit Thüren besonders verschlossener Kanal zur Durchlassung kleinerer Fahrzeuge befindet. Man legt solche doppelte Schleusen nur in dem Fall an, wo viele grosse und kleine Fahrzeuge häufig durchgehen, damit man nicht die grosse mühsam zu öffnende Schleuse für kleine Fahrzeuge zu öffnen genöthigt werde. In Absicht auf die Baumaterialien sind beyde Arten **hölzerne** oder **steinerne**, wiewohl die ganz hölzerne bey uns wenig mehr gebraucht werden.

§. 78.

3) Einrichtung.

Eine jede Fangschleuse besteht a) aus einem geraden, oben offnen Kanal, b) den Thüren, die den Kanal verschliessen, und c) dem Schutz, der zum Einlassen des Wassers dient, ehe die Thüren geöffnet werden.

Tab. XX. Fig. 9.

a) Der Kanal. Von diesem bemerken wir aa) dessen Länge. Diese wird von der einen Thüre A bis zur andern B gerechnet. bb) Dessen Einrichtung. Der Kanal muß

länger

länger und breiter seyn, als die grösten Fahrzeuge, die durch ihn passiren sollen. Auch seine Tiefe muß aus der Grösse und Schwere der Fahrzeuge bestimmt werden. Die Schleuse muß so tief seyn, daß die Fahrzeuge auch beym niedrigsten Wasser noch beweglich bleiben. cc) Die Seiten oder Wände des Kanals. Diese werden vertical ohne Böschung gemacht, und mit Holz, oder welches besser ist, mit Steinen bekleidet. Der Grund des Kanals besteht aus einem von eingeschlagenen Spuntpfählen verfertigten Rost. Es werden nach der Länge des Kanals herunter, auf beyden Seiten desselben, Spuntpfähle eingeschlagen. Ueber diese wird der Länge nach ein Hauptbalken von eichenem Holz gelegt, und auf diesen kommt die Hauptmauer, die aus Quaderstücken bestehen muß, die mit eisernen Klammern wohl befestigt und gut verküttet werden müssen. Von einer Distanz zur andern müssen in der Mauer auf beyden Seiten in HI, imgleichen in KL Pfeiler angelegt werden, in deren Mitte eine gehörige Vertiefung ist. Diese Pfeiler thun bey Reparaturen oder Schleusen vortrefliche Dienste. Man kann dadurch die Schleuse geschwinde in einige Theile theilen, und nicht nur alsdenn jeden Theil geschwinder ausschöpfen, sondern wenn die übrige Schleuse noch in gutem Stande ist, und nur in einem Theile eine Reparatur vorfällt, braucht man bloß diesen Theil al-

lein

lein auszuschöpfen. In der Mauer selbst müssen hin und wieder breite eiserne Klammern eingemauert werden. In diesen sind Vertiefungen angebracht, in welche die Schiffer, beym Durchfahren durch die Schleuse, die Schifferstaaken einsetzen können. Sonst stossen sie diese Staaken entweder in den Boden oder die Wände der Schleuse zu beyder Beschädigung beym Fortschieben der Schiffe. Ausserhalb des Schleusenkanals müssen die Ufer in AZ und DY sowohl als in BO und QP mit einer Verschaalung von Holz, oder von Stein versehen werden, weil sich sonst das Wasser hinter der Mauer der Schleuse durchwühlt, die Mauer beschädigt, und zwischen den Steinen in den Kanal bricht. Ist man der starken Passage wegen genöthigt, über die Schleuse eine Brücke anzulegen, so wird diese in der Mitte des Kanals in mn angebracht. Eine solche Brücke wird aus 2 Zugbrücken zusammengesetzt, die sich in der Mitte an einander schliessen, weil sonst Schiffe mit Mastbäumen nicht durchgehen könnten. dd) **Den Boden.** Zwischen beyden Wänden der Schleuse wird der Boden derselben durch einige queer über eingeschlagene Reihen Pfähle in Fächer getheilt. Diese Fächer werden mit Leim oder Letten ausgeschlagen, und darüber werden starke eichene Bohlen gelegt und fest genagelt, damit der Sand nicht unten in die Schleuse eindringe, oder wohl gar

ver-

verdrießliche Wasserquellen in derselben entstehen.

b) Die **Thüren.** Diese bestehen aus zwey Flügeln, und von diesen merken wir aa) ihre **Lage.** Man legte sie sonst so an, daß sie gerade an einander passeten, und zusammen bey ihrer Verschliessung eine gerade Linie EG bildeten. Die Erfahrung hat gelehrt, daß dergleichen Thüren dem Druck des Wassers, welches mit der völligen Gewalt auf sie würkt, nicht genug widerstehen, auch schwer zu öffnen sind. Man legt sie daher durchgängig nunmehr so an, daß sie, indem sie sich berühren, einen stumpfen Winkel ACD bilden, dessen Spitze gegen den Strom gekehrt ist. Dadurch geht ein Theil von der Gewalt des drückenden Wassers verlohren, und bey ihrer Eröffnung hat man nicht den ganzen Druck des Wassers zu überwinden. Es werden zu dem Ende in EF und FG sehr starke eichene Schwellen gelegt, an welche die Flügel anschlagen. Dieses giebt den Thüren nicht nur eine grössere Festigkeit, sondern hindert auch, daß das Wasser nicht unter ihnen eindringe. bb) Ihre **Beschaffenheit.** Jeder Flügel besteht aus den zwey Thürsäulen AC und DB, den beyden Riegeln CD und AB und den Strebebändern CB und AD. Ueber diese werden starke eichene Bohlen genagelt.

Die Thürsäule CA ist oben in C und unten in A mit einem starken eisernen Zapfen verse- Tab. XXI. Fig. 2.

hen,

hen, wovon der obere C von einem eisernen Ringe gehalten wird, der untere bewegt sich in einer Pfanne. Damit sich ferner bey grossen Schleusen, wo die Flügel sehr breit sind, der Theil DB nicht senke, so ist unten in B eine messingene Rolle angebracht. Diese trägt nicht nur den Thürflügel, daß er nicht nachgeben kann, sondern seine Bewegung wird auch erleichtert, indem diese Rolle bey Oeffnung des Flügels in einem Cirkelbogen auf einem von glatten Steinen angelegten Boden laufen muß. cc) Die Art, sie zu öffnen. Dieses geschieht entweder durch **Hebel**, oder durch **Erdwinden**. Bedient man sich der Hebel, so ist bey kleinen Schleusen, an jedem Thürflügel in C eine Stange CT fest; wenn diese in der Richtung CT stark angezogen wird, so öffnet sich der Flügel. Dieser Art bedient man sich bey der hiesigen Simritzer Schleuse. Oder es ist ein langer Hebel in W an einem eisernen Zapfen des Thürflügels fest. In X läßt er sich auf einem andern Zapfen, der in einer auf der Mauer befindlichen Pfanne beweglich ist, herumdrehen. Wenn der Arm SX die gehörige Länge hat, so lassen sich die Thürflügel dadurch leicht herumdrehen. Hr. Oberconsistorialrath **Silberschlag** *) giebt den Rath, an diesem Hebel, damit er nicht so lang seyn dürfe und doch leicht bewegt werde, einen

Tab. XX. Fig 9.

*) Abhandlung vom Wasserbau. S. 181.

einen Trilling anzubringen, der sich über feste in einem Cirkelstück eingeschlagene Kammen durch Hülfe einer Winde bewegen läßt. Bey grossen Schleusen ist man genöthigt, Erdwinden zu gebrauchen. Es sey ABCD der eine Thürflügel des perspectivisch hier vorgestellten Schleusenkanals. In I steht eine senkrechte Welle, welche durch Hebel gedrehet wird. In B ist eine Kette an dem Thürflügel fest, diese läuft über eine in G an einem Arm befindliche grosse Rolle, ferner über die Rolle H; wickelt sich darauf um die Welle oder Winde I, geht darauf über die Rolle H und F bis an den Thürflügel B wieder zurück. Wenn sich bey Umdrehung der Winde die Kette in I gegen HGB aufwickelt, so wickelt sie sich gegen HFB ab, und der Thürflügel öffnet sich. Er verschließt sich, wenn die Winde rückwärts gedrehet wird. Tab. XXI. Fig. 1.

c) Der Schutz. Sollen die Flügel der Schleusenthüren geöffnet werden, so würde der Widerstand des äussern Wassers zu groß seyn, wenn die Schleuse inwendig ganz leer von Wasser wäre. Man muß daher, um die Eröffnung der Flügelthüren zu erleichtern, einen Schutz anlegen, wodurch das Wasser noch vor Eröffnung der Thüren in den Schleusenkanal gelassen werden kann. Dieses kann auf eine doppelte Art geschehen. Man kann den Schutz entweder in die Thüre oder in der Seite des Kanals anlegen. Bey klei-

nen Schleusen wird in der Thüre ein Schutzbrett angebracht, bey grossen Schleusen aber wird das Wasser auf der Seite eingelassen. Ist der Schutz in der Thüre, so wird das Schutzbrett K durch die Schutzstange LM in die Höhe gehoben. Dieses geschieht entweder durch Leute, die auf dem über den Thürflügeln befindlichen Gerüste B&E sitzen, und die Schutzstange heben, oder durch einen Hebel LZ. Dieses ist vorne in L breit und mit einem Falz versehen, durch welchen die Schutzstange geht. In W ist er auf einem Zapfen beweglich. In der Schutzstange LM sind Löcher in nn, durch welche man eiserne Bolzen stecken kann. Soll das Schutzbrett gehoben werden, so wird der eiserne Bolzen in das zunächst über dem kurzen Arm LW befindliche Loch gesteckt, und sodann durch Niederdrückung des langen Arms WZ der Schutz gehoben. Darauf drückt man den Hebel bis unter das folgende Loch, steckt den Bolzen durch dieses durch, und hebt die Schutzstange bis zum dritten Loch, und dieses wird so lange fortgesetzt, bis das ganze Schutzbrett in die Höhe gehoben ist. Auf diese Art wird der Schutz in der hiesigen Gimritzerschleuse geöffnet. Weil diese Bewegung sehr langsam, und für die Leute, welche die Schleuse öffnen, nicht ohne Gefahr ist, so wäre es nach **Sturms** Vorschlage besser, hier eine Art von Wagenwinde anzulegen. Bey grossen steinernen Schleusen wird das Wasser durch einen krum-

Tab. XXI. Fig. 1.

krummen gemauerten und gewölbten Seitenkanal QR mitten in die Schleuse gelassen. Dieser ist in Q und R mit einem Schutzbrett versehen. Die eiserne Schutzstange TV ist mit Zähnen versehen, in welche ein Stirnrad X eingreift, welches durch eine Kurbel gedrehet wird. Hierdurch kann der Schutz bequem und ohne Gefahr leicht auf und nieder gelassen werden.

3) Wassergebäude zur Erleichterung der Passage über die Ströme.

§. 79.

Einleitung.

Die Beschaffenheit des Stromes erlaubet es nicht allezeit, eine beständige Brücke anzulegen, und da man Pferde und Wagen mit Kähnen nicht übersetzen kann, so werden in dem Fall 1) **Fähren** angelegt. Soll die Passage nur auf eine Zeitlang dauern, so legt man 2) **Schiffbrücken** an. Und 3) zu einem beständig dauernden Uebergang werden **beständige Brücken** erfordert.

§. 80.

1) Fähren.

Bey den Fähren haben wir a) ihre Beschaffenheit, und b) die Art, sie zu bewegen, anzugeben. a) Eine Fähre muß ein plattes und breites Fahrzeug seyn, in welchem Wagen und Pferde ohne Unbequemlichkeit Platz haben. Das Ufer bekommt an beyden Orten, wo

sie abgeht und wo sie anlandet, eine leichte Böschung, und an deren Ende muß, so breit die Fähre ist, eine kleine Uferverschaalung angelegt und mit Brettern obenher bedeckt werden, damit Pferde und Wagen bequem herein und heraus fahren können. b) Man kann sie auf dreyerley Art bewegen. aa) Durch Ruder. Dieses ist bey starken Strömen unsicher. bb) Nach Hr. Oberconsistorialrath Silberschlags Angabe durch den Strom selbst, wenn man die Fähre an eine lange Kette vor Anker legt, an deren Ende ein Ring ist, in welchem zwey an der Fähre mit Winden befestigte Ketten laufen. cc) Durch ein Seil. Dieses ist α) entweder an beyden Ufern fest, und läuft durch zwey an der Fähre an Säulen befestigte Ringe. Oder β) das Seil ist an der Fähre fest, und wird αα) durch Pferde gezogen, oder ββ) es wickelt sich an jedem Ufer über eine mit einem Tretrade versehene grosse Welle. Dieser Strick wickelt sich an der Welle auf, gegen welche die Fähre sich bewegt, und auf der entgegenstehenden Seite wickelt er sich ab.

§. 81.

2) Schiffbrücken.

Die Schiffbrücken werden a) entweder aus würklichen an einander gefügten und mit Brettern belegten Schiffen gemacht, oder b) aus kupfernen inwendig hohlen Pontons. Beyde werden grösstentheils nur im Kriege gebraucht.

§. 82.

§. 82.

3) Beständige Brücken.

Von den festen Brücken haben wir a) die allgemeine Bestimmung, b) die Eintheilung und c) den Bau derselben zu erklären.

a) Zur **allgemeinen Bestimmung** gehört aa) der **Ort**, wo sie anzulegen sind. Diesen muß man 1) bey einer mittleren Breite des Stroms aussuchen. Ist der Strom sehr breit, so wird die Brücke sehr lang, und daher kostbar zu bauen. Ist der Strom sehr enge, so wird der Durchfluß des Wassers durch die Brückenpfeiler noch mehr gehindert, und dadurch leiden die Ufer. 2) Muß das Ufer da, wo man eine Brücke anlegen will, eine gehörige Höhe haben, damit nicht bey hohem Wasser, die Auf- und Abfahrt der Brücke unter Wasser gesetzt, und die Passage gefährlich werde. bb) Die **Befestigung**. Diese geschieht theils durch hölzerne oder gemauerte Brückenpfeiler, theils durch Häng- und Sprengwerke.

b) Die Eintheilung. Alle beständig an einem Ort liegende Brücken, sind aa) entweder beweglich, und dieses heissen **Zugbrücken**, oder bb) fest. Die festen Brücken sind α) entweder steinerne oder β) hölzerne. Und diese αα) tragen sich entweder selbst, dieses geschieht durch ein Hängewerk und Sprengwerk, oder sie werden ββ) blos von den Pfeilern getragen.

c) Was den **Bau** derselben anbetrifft, so muß aa) eine **steinerne** Brücke 1) auf Pfeiler gesetzt werden. Diese werden von Grund aus gemauert. Die Seiten der Pfeiler ab und cd müssen mit der Richtung des Stromes parallel seyn. Der vordere und hintere Theil aec und bfd bilden einen stumpfen Winkel, um die Gewalt des Wassers leichter zu brechen. 2) Auf diesen Pfeilern ruhen die gewölbten Bogen der Brücke. 3) Auf den Seiten muß die Brücke mit einem 4 Fuß hohen steinernen Geländer versehen werden. Neben diesem muß ein 3 Fuß breiter und 1 Fuß hoher, mit platten Steinen belegter Gang für die Fußgänger angelegt werden. Die Mitte der Brücke aber wird gepflastert.

Tab. XXI. Fig. 3.

bb) Die **hölzernen** Brücken haben entweder gemauerte Pfeiler, worauf die Balken liegen, oder sie ruhen auf Pfählen, die mit Streben wohl befestigt seyn müssen. Gehängte Brücken bestehen, wenn der Fluß nicht breit ist, aus einem einzigen Hängewerk, oder bey sehr breiten Flüssen aus mehreren, die aber auf gemauerten Pfeilern ruhen müssen.

Erste

Erste Gründe

der

Bergwerkswissenschaft.

Erste Gründe
der
Bergwerkswissenschaft.

Allgemeine Einleitung.

§. 1.

Hier muß 1) der **Begriff** der Bergwerkswissenschaft bestimmt, 2) die dahin gehörigen **Wissenschaften** angegeben, 3) der **Entwurf** aller der Theile, die wir hier abhandeln wollen, geliefert, und 4) müssen die vorzüglichsten hierher gehörigen **Schriften** angeführt werden.

§. 2.

1) Begriff der Bergwerkswissenschaft.

Die Natur bildet die Erze und Metalle mehrentheils tief unter der Erde. Wollen wir die Metalle gewinnen und zum Nutzen im gemeinen Leben anwenden, so müssen wir

die Erde durch Gruben, Stollen und Schachte öffnen, und über und unter der Erde Gebäude anlegen, wodurch das Erz gewonnen, aus der Erde herausgeschafft und gehörig bereitet werden kann. Alle diese Gebäude und angelegten Werke, zusammengenommen, heissen ein **Bergwerk**. Und die Wissenschaft, ein solches Bergwerk bequem, sicher und mit Vortheil anzulegen, heißt die **Bergwerkswissenschaft**.

§. 3.

2) Dahin gehörige Wissenschaften.

Die Bergwerkswissenschaft läßt sich in sechs Nebenwissenschaften theilen. 1) Betrachtet man bloß die **Lage** und **Grösse** der Theile eines Bergwerks, so heißt dieses die **Markscheidekunst**, (**Geometria subterranea**). 2) Wird die ganze Einrichtung des Bergwerks in Absicht auf die **Festigkeit** und **Bequemlichkeit** betrachtet, so nennt man diese Wissenschaft die **Bergbaukunst** (**Architectura subterranea**). 3) Siehet man auf die zum Behuf des Bergwerks anzulegenden Maschinen, und die Art sie zu bewegen, so entsteht daraus die **Bergmechanik** (**Mechanica metallica**). 4) Die Kenntniß und Aufbereitung der Erze wird in der **Bergwerksmineralogie** (**mineralogia metallurgica**) gelehret, und der Theil derselben, worin gezeigt wird, wie man den Gehalt der Erze erfor-

erforschen müsse, heißt die **Probierkunst** (Docimastica). 5) Da keine Gesellschaft ohne Gesetze bestehen kann, so müssen auch die bey Bergwerken üblichen Rechte und Gewohnheiten, nebst der Entscheidung der Streitfragen, in einer besondern Wissenschaft vorgetragen werden. Daraus entsteht das **Bergrecht.** (Iurisprudentia metallica). 6) Und da auch bey Bergwerken eine genaue Einrichtung der Oeconomie nöthig ist, so trägt man diese in der **Bergwerksöconomie** (Oeconomia metallica) vor.

Von diesen Wissenschaften werden wir nur die **Markscheidekunst,** die **Bergbaukunst** und die **Bergmechanik** vortragen, und das nöthigste von der **Docimastik** bey der Bergbaukunst hinzufügen.

§. 4.

3) Entwurf des Werks.

I. Die **Markscheidekunst.** Hier wird gehandelt

a) Von der allgemeinen Bestimmung der lage der Theile in den Bergwerken überhaupt.

b) Von dem üblichen Maaß.

c) Von den zum Markscheiden nöthigen Instrumenten.

d) Von den Ausmessungen.

a) Ei-

II. Die Bergbaukunst. Hier kommt vor
1) Die Beschaffenheit und Einrichtung des Bergwerks.
a) Eigenschaften der Gebürge
aa) Dem äussern Ansehn nach,
bb) Der innern Beschaffenheit nach.
b) Einrichtung des Bergwerks
aa) Ueberhaupt.
α) Eintheilung des Bergwerks.
β) Officianten.
γ) Gebäude.
bb) Insbesondere.
α) Die Arbeiten selbst.
αα) Entdeckung der Gänge.
ββ) Arbeiten unter der Erde.
א) Schachte und Strecken
ב) Stöllen.
γγ) Förderung des gewonnenen Erzes.
δδ) Bearbeitung des zu Tage gebrachten Erzes.
β) Hinderniſſe.
αα) Vom Gestein.
ββ) Vom Wasser.
γγ) Von der Luft oder Wetter.
2) Die Befestigung der angelegten Werke.

III. Die Bergmechanik.

Alle Maschinen auf den Bergwerken haben einen dreyfachen Endzweck.
1) Sie schaffen etwas aus den Gruben heraus oder herein. Dieses ist
a) Wasser.

a) Waſſer. Waſſerkünſte.
b) Erz. Dieſes wird gefördert durch
aa) Haſpeln.
bb) Treibwerke. Göpel. Dieſe werden bewegt
α) durch Pferde. Pferdegöpel.
β) durch Waſſerräder. Waſſergöpel.
c) luft. Dahin gehören alle Maſchinen das Wetter aus und ein zu treiben.
2) Sie zerſtoſſen das Erz. Puchwerke.
3) Sie treiben Blaſebälge. Gebläſe.

§. 5.

4) Hierher gehörige Schriften.

1) Von der Markſcheidekunſt.

A. Beiers Markſcheidekunſt. Schneeb. 749. Fol. c. f.

A. Böhms Anleitung zur Meßkunſt auf dem Felde, Waſſerwäg : und Markſcheidekunſt. Frankf. 779. 4. c. f. 2te Auflage.

v. Oppel Anleitung zur Markſcheidekunſt. Dresd. 740. 4. c. f.

Voigtels Geometria ſubterranea. Leipz. 714. Fol. c. f.

Weidleri Geometria ſubterranea. Witteb. iſt zu Wien 765. in gr. 8. unter dem Titel: Anleitung zur Markſcheidekunſt überſetzt herausgekommen.

A. G. Käſtner Anmerkung über die Markſcheidekunſt. Götting. 775. 8. c. f.

Joh. Friedr. Lempe gründliche Anleitung zur Markſcheidekunſt. Leipz. 782. gr. 8. mit 29 Kupf.

2) Vom

2) Vom Bergbau überhaupt.

Das abc der Bergwerkswissenschaft. Freyb. 747. 8.

Agricola de re metallica. Basil. 657. fol. c. f.

Hertwig vollkommenes Bergbuch. Dresd. 734. Fol. Gehört aber grösstentheils zum Bergrecht.

Kellners Berg- und Salzwerkbuch. Freyb. 702. 8.

(Kerns) Bericht vom Bergbau. Freyb. 769. 4. c. f.

J. J. Langens Einleitung zur Mineralogia metallurgica. Halle 770. 8. worin der ganze zweyte Theil und ein Stück des ersten Theils den Bergbau abhandeln.

Lehmanns Einleitung in einige Theile der Bergwerkswissenschaft. Berl. 751. 8. c. f.

v. Löhneis Bericht von Bergwerken. Hamb. 690. Fol. c. f.

Mathesii Sarepta. Freyb. 679. 4. ist auch in Fol. edirt.

Minerophili Bergwerkslexicon. Freyb. 743. 8.

Neueröffneter Rittersaal. Der dritte Theil. 12.

Röslers hellpolierter Bergbauspiegel. Dresd. 700. Fol. c. f.

Suchlands geistliches Bergwerk. Goslar 685. 8.

Wunder, drey, und dessen Continuation. Marpurg 684. und Cassel 737.

3) Vom

3) Vom Maschinenwesen.

Calvörs Beschreibung des Maschinenwesens auf dem Harz, 2 Theile. Braunschw. 763. Fol. c. f.

Lehmann vom Bergbohrer und Puchwerken. Leipz. 750. 8. c. f.

4) Von der Mineralogie und Docimastic.

Alonso Barba Bergbüchlein. Hamb. 676. 8.

Becheri Physica subterranea. Lipf. 738. 4.

Lazari Ercker Aula subterranea oder Probierbuch. Frankf. 736. Fol. c. f.

Cramer Elementa artis docimasticae L. B. 739. 8.

Gellerts Anfangsgründe der metallurgischen Chymie. Leipz. 751. 8.

Horns Synopsis metallurgica. 8.

Schindlers metallurgische Probierkunst. Dresd. 697. 8.

Schlüter vom Hüttenwerk. Braunschw. 738. Fol. c. f.

Stahls Anweisung zur Metallurgie. Leipz. 744. 8.

Wallerii Metallurgia. Stockh. 768. 8.

5) Vom Bergrecht.

Bauſen Institutiones Iuris Metallici. Lipf. 740. 4.

Beiers Otia metallica. Schneeb. 748. 8. Besonders gehört hierher der erste Theil.

Auch

Auch gehört zum Bergrecht Hertwigs oben angeführtes Werk.

Seb. *Span* Speculum Iuris Metallici. Dresd. 690. fol.

6) Historische Beschreibung der Bergwerke.

Bierings Beschreibung der Mansfeldischen Bergwerke. Leipz. 734. Fol.

Brückmann Magnalia Dei in locis subterraneis. Braunschw. 727. Fol. 2 Vol.

Calvör historische Beschreibung des Ober- und Unter-Harzes. Braunschw. 765. Fol.

Schreibers historischer Bericht von dem Bergwerke auf dem Harze. Rudolst. 678. 4.

Sprengels Beschreibung der Harzischen Bergwerke. Berl. 753. 8.

Zückert Bergwerksverfassung des Oberharzes. Berl. 762. 8.

7) Von den Bergbeamten.

Abbildung und Beschreibung der sämmtlichen Bergwerksbeamten. Nürnb. 721. 4. c. f. 2 Vol.

v. Schönberg ausführliche Berginformation. Leipz. 693. Fol.

I. Die Markscheidekunst.

§. 6.

Einleitung.

Hier haben wir 1) die allgemeine Bestimmung der Lage der Theile auf den Bergwerken überhaupt, 2) das auf den Bergwer-

ken gebräuchliche Maaß, 3) die zum Markscheiden dienlichen Instrumente zu betrachten, und endlich 4) die Ausmessungen selbst zu erklären.

§. 7.

1) Allgemeine Bestimmung der Lage der Theile.

Alles, was in den Bergwerken vorkommt, liegt entweder senkrecht, oder wagerecht, oder schief. a) Man stelle sich das rechtwinklichte Dreyeck abc vor, so heißt die Perpendicularlinie oder die Höhe ab des rechtwinklichten Dreyecks die **Teuffe**. Daher sagt man **abteuffen**, d. i. senkrecht tiefer graben. Alles, was senkrecht liegt, heißt auch **seiger**. Daher sagt man **abseigern**, d. i. eine senkrechte Linie ziehen. Einen Riß **seiger zulegen**, heißt, den vertikalen Durchschnitt oder das Profil machen. Der **Schacht** ist seiger, oder er geht senkrecht in die Teuffe. b) Die wagerechte oder horizontale Linie, als die Grundlinie bc des Dreyecks, heißt die **Sohle**, und alles, was wagerecht liegt, heißt **söhlig**. Daher sagt man: einen Riß **söhlig abziehen**, d. i. den Grundriß verfertigen. c) Jede schiefe lage, oder die Hypothenuse ac des rechtwinklichten Dreyecks, heißt die **Donlege**, oder **Tonnenlage**, und was so liegt, heißt **donlegig**. Das Abweichen einer Linie von der Horizontallinie heißt ihr **Steigen** und **Fallen**. Das Abweichen von der Mittagslinie, heißt ihr **Streichen**.

Tab. XXI. Fig. 4.

§. 8.

2) Das Maaß.

Auf den Bergwerken wird alles nach **Lachtern** gemessen. Eine **Lachter** aber ist so lang als eine Klafter. Man theilt jede Lachter in 8 gleiche Theile, jedes Achtel in zehn **Zoll**, und jeden Zoll in zehn **Primen**. Es ist daher 1 Lachter $= \frac{8}{8}$, $\frac{1}{8} = 10''$, $1'' = 10'''$ *)

§. 9.

3) Die zum Markscheiden gehörigen Instrumente.

Alle Markscheideinstrumente können in zwey Klassen getheilt werden, sie dienen a) entweder zum **Ausmessen**, oder b) zum **Zulegen**, das heißt, zum Abtragen der Risse.

a) Bey den Ausmessungen wird entweder aa) die **Teuffe** gemessen, dieses geschieht durch die blosse **Schnur**, oder durch **Rechnung**. Oder bb) das Steigen und Fallen, (die Donlege). Dieses wird durch den **Gradbogen** gemessen. Oder cc) das söhligte Streichen. Dieses mißt man durch den **Hängekompaß**, zuweilen auch durch den **Setzkompaß**, und bey Eisenbergwerken, wo die Magnetnadel nicht gebraucht werden kann, durch die **Stunden-** oder **Eisenscheibe**. Oder dd) es wer-

*) Die Freybergische Lachter ist $6'\,3''\,10\frac{3}{4}'''$ Rheinl. lang, wird diese in 1000 Theile getheilt, so hat

die Joachimsthaler — — 986
: Eislebische — — — 1014
: Clausthaler oder Oberharzer 970 solcher Theile.

werden gerade Linien (**Markscheidewinkel**) abgesteckt. Dieses geschieht durch den **Winkelweiser**. b) Zum Abtragen oder Zulegen der Risse dient hauptsächlich das **Zulegeinstrument**, wozu auch zuweilen der Setzcompaß mit gebraucht wird.

Was a) die Instrumente, die zum Ausmessen dienen, und zwar aa) den **Gradbogen** betrifft, so merken wir von demselben a) die **Beschaffenheit**. Er ist ein halber Cirkel von Messingblech, acbe, dieser ist von der Mitte e an gegen a und b in 90 Grade abgetheilt. In dem Mittelpunkt hängt an einem seidenen Faden ein kleines Gewicht. An der obern Regel ab sind zwey blecherne Haaken in dd, um das Instrument an eine mit dem Boden parallelgespannte Schnur zu hängen. β) Den **Gebrauch**. Will man das Steigen der Donlege ac wissen, so spannt man eine Schnur αβ mit der Fläche ac parallel aus, und hängt den Gradbogen fdge daran, so zeigt der Perpendikel fi den Bogen gi, als das Maaß des Winkels m. Dieser Winkel aber ist dem Winkel n oder der Donlege gleich. **Beweis.** Man verlängere den Perpendikel fi bis in k auf die Sohle, so ist das Dreyeck akh rechtwinklicht. Man ziehe aus f die gerade Linie fl auf die Fläche ac senkrecht, so ist auch das Dreyeck flh rechtwinklicht. Es ist daher p=o (§. 30. Geom.), x=y (§. 40. Geom.) Daher ist m=n (§. 78. Geom.).

Tab. XXI. Fig. 5.

Tab. XXI. Fig. 6.

bb) Bey dem Hängekompaß merken wir auch α) die Beschaffenheit. Er ist ein in zwey messingenen sich rechtwinklicht durchschneidenden Ringen agck und gdfb beweglicher Kompaß abcd. Der Ring agck ist in 360 Grad eingetheilt. Dieser Kompaß ist mit zwey kleinen Zapfen in zwey löcher des Ringes gdfb eingezapft, und darin so beweglich, daß er bey jeder veränderten lage des Instruments, seiner Schwere wegen, sich in der horizontalen lage erhält. In ee sind zwey Haaken, wodurch er an eine Schnur gehängt werden kann. Es wird aber der Kompaß in 24 gleiche Theile getheilt, welche **Stunden** heissen, und von 1 bis 12 gezehlt werden. Jede Stunde wird wieder in 8 gleiche Theile getheilt, so daß der ganze Umkreis 192 gleiche Theile erhält. Norden und Süden sind in diesem Kompaß in N und S, wie gewöhnlich, angezeigt. Osten und Westen aber werden verkehrt gesetzt, so daß rechter Hand von Norden, Westen in W steht, linker Hand fällt Osten in O. Dieses geschieht aus folgender Ursache.

Tab. XXI. Fig. 7.

Tab. XXI. Fig. 8.

Tab. XXI. Fig. 9.

Wenn man das Streichen eines Ganges, das heißt, seine Abweichung von der Mittagslinie wissen will, und es wäre die Mittagslinie NS, das Streichen des Ganges aber αβ, und x wäre der Abweichungswinkel, den man finden sollte: so spannt man nach der Richtung des Ganges die Schnur αβ straff aus, und hänget den

den Hängekompaß dergestalt daran, daß der Punkt n oder Norden allezeit vorne nach der Gegend hin steht, nach welcher der Gang streicht; so weist die Magnetnadel in g nach dem würklichen Norden N, und folglich auf dem Kompaß nach Osten. Da die Nadel die Grösse des Bogens ng als das Maaß des Winkels x andeutet, so ist es klar, daß αβ vom würklichen Norden um den Bogen ng nach Osten abweiche. Und da die Nadel auf die linke Seite von ns abweicht, so setzt man Osten auf diese Seite, weil sonst, wenn hier Westen stünde, der Markscheider leicht irren, und glauben könnte, der Gang wiche westlich von der Mittagslinie ab. Die wahre Ursache ist also diese: weil der Kompaß mit dem Punkt Norden allezeit nach der Richtung des Ganges zu steht, so fällt der Gang in die entgegengesetzte Weltgegend der Nadel, und daher müssen die Weltgegenden auch in der entgegengesetzten Richtung stehen. Daraus ist β) der **Gebrauch** dieses Instruments leicht zu bestimmen. Man hängt es an eine nach der Richtung des Ganges ausgespannte Schnur dergestalt auf, daß die Mittagslinie auf die Richtung der Schnur fällt, so zeigt die Magnetnadel das Streichen des Ganges nebst der Gegend, wohin er streicht.

cc) Der **Setzkompaß** ist α) seiner **Beschaffenheit** nach, ein viereckes Brett abcd, in dessen Mitte sich ein kleiner Kompaß Tab. XXI, Fig. 10.

befindet. Um diesen liegt ein messingener beweglicher Ring efg, woran sich zwey messingene Regeln befinden, deren Schärfen he und fi genau auf einander treffen. Der Umkreis NOSW ist in die gewöhnlichen 24 Stunden eingetheilt, und Osten und Westen steht, wie auf andern Kompassen, in der rechten lage. β) Bey dessen **Gebrauch** wird nach der lage des Ganges ML eine Schnur ausgespannt, und unter dieselbe das Instrument so gestellt, daß die Schnur genau auf die Schärfe der Regel hi paßt. Wenn nun die Magnetnadel genau auf Norden weist, so zeigt die Regel das Streichen des Ganges.

Tab. XXI, Fig. 11. dd) Die **Eisenscheibe** oder **Stundenscheibe** ist α) ihrer **Beschaffenheit** nach, eine runde messingene Scheibe ACBD, die eben so in Stunden eingetheilt ist, als der Setzkompaß. Sie ist zwischen zwey gebogenen Stücken von Messingblech A und B beweglich, welche durch die darin befindliche Löcher fest geschraubt werden können. In der Mitte befindet sich eine kleine runde Scheibe G, die in dem Mittelpunkt E beweglich und mit einem Haaken F versehen ist. Durch die Mitte E gehet eine enge Oeffnung, durch welche ein Faden gezogen werden kann. β) Der **Gebrauch** ist folgender. Die Scheibe wird horizontal gestellt, durch beyde Schrauben befestigt, und mit dem Mittelpunkt über den Punkt gestellt, wo sich beyde Gänge durchschnei-

schneiden. Hierauf wird der durch den Mittelpunkt E gezogene Faden nach der Richtung des einen Ganges in EH, der an dem Haaken F befindliche Faden aber nach der Richtung des andern Ganges in TE ausgespannt; so zeigt der Bogen DC den Unterschied der Stunden, oder das Streichen beyder Gänge.

ee) Der **Winkelweiser.** Auch hier merken wir α) die **Beschaffenheit** dieses Instruments. Es besteht aus einem viereckten prismatischen Holze ab. In c und d befinden sich zwey messingene Rahmen, woran oben in e und f zwey Dioptern, und unten in g und h zwey kleine mit einem Loch versehene runde Bleche befestigt sind, wodurch die Schnur ighk dergestalt gezogen wird, daß gh mit dem Holz parallel ist. An diesem Instrument ist der mit einem Loch in m versehene hölzerne Arm lm, wodurch das Instrument auf einen Stab gesteckt und bequem gedrehet werden kann. An die Schnur gh wird der Gradbogen oder auch der Hängekompaß angehängt, durchs Visiren durch die Dioptern ef können Stäbe in gerader Linie abgesteckt werden. Tab. XXII. Fig. 1.

β) Den **Gebrauch.** Man braucht dieses Instrument, um Linien auf dem Felde, deren Streichen gegeben ist, abzustecken. Will man durch Hülfe dieses Instruments über Tage eine Linie abstecken, so wird der Arm lm des Winkelweisers auf einen

Stab horizontal gesteckt, und an die untere Schnur gh der Hängekompaß angehängt. Darauf wird das Instrument so lange gedrehet, bis die Magnetnadel die verlangte Stunde des Streichens des Ganges andeutet. Man visiret darauf durch die Dioptern ef, und läßt einen Stab auf dem Felde dergestalt abstecken, daß man ihn durch die Dioptern erblickt: so erhält die dadurch abgesteckte Linie auf dem Felde die verlangte Lage.

b) Zum Zulegen aber dient aa) das sogenannte Zulegeinstrument dieses ist α) der Beschaffenheit nach ein länglichtes rechtwinklichtes viereckiges Instrument von Holz oder Messing abcd. In m ist eine runde Vertiefung, in welche der Hängecompaß eingesetzt werden kann, so daß die Mittagslinie NS genau mit den Seiten des Instruments parallel laufe. β) Soll beym Gebrauch ein unter der Erde gemessener oder abgezogener Gang, nach seinem Streichen zugelegt oder zu Papier gebracht werden; so verfährt man folgendergestalt. Gesetzt, der Gang streiche 3 Stunden nach Morgen, so wird das Instrument aufs Papier gesetzt und so lange gedrehet, bis die Nadel die verlangte Stunde zeigt. Es ist alsdenn die Seite bc die lage des Ganges, nach welcher die Linie auf dem Papier gezogen werden kann. bb) Auch kann der oben schon beschriebene Setzkompaß beym Zulegen gebraucht werden.

Tab. XXII. Fig. 2.

§. 10.

§. 10.

4) Die Ausmessungen.

Hier soll a) entweder die **Teuffe** eines Schachts, oder b) das Steigen und Fallen eines Ganges und Strecke, oder c) das söhlige Streichen desselben gemessen, oder d) ein ganzer **Zug** (Ausmessung) verrichtet werden.

§. 11.

a) Messung der Teuffe.

Hier ist ein doppelter Fall möglich, entweder der Schacht ist **seiger** (senkrecht, oder er ist **flach** (hat eine Donlege).

aa) Ist der Schacht **seiger**, so wird oben in a eine Schnur an den Rundbaum oder Haspel mit dem einen Ende festgebunden, am andern wird ein Gewicht befestigt und herungelassen, und in b etliche Schuh hoch über der Sohle angehalten. Diese Schnur wird darauf mit dem Lachtermaaß ausgemessen, die Höhe bc dazu addirt, die Höhe der Haspel aber davon abgezogen, so zeigt der Ueberrest die Teuffe des Schachts dc. Tab. XXII. Fig. 3. n. 1.

bb) Ist der Schacht flach, n. 2; so wird die Schnur mit der Donlege AB parallel in αβ ausgespannt, und der Gradbogen daran gehängt, so zeigt der Bogen ab die Grösse des Winkels x, und weil x + y = 90 und auch Tab. XXII. Fig. 3. n. 2.

ab+ad=90°, so ist ad=y. Wenn man nun die Donlege AB mit der Schnur gemessen hat, so ist in dem rechtwinklichten Dreyeck ABC die Hypothenuse AB, ingleichen die Winkel x und y gegeben, und läßt sich also die Seite AC als die gesuchte Teuffe leicht berechnen. Denn es verhält sich

R : AB = sin.y : AC.

Eben so kann die Sohle BC gefunden werden. Denn es verhält sich auch

R : AB = sin.x : BC.

§. 12.

b) Das Steigen und Fallen eines Ganges zu finden.

Tab. XXII. Fig. 4.

Es sey der Gang ABCD, dessen Steigen und Fallen, das heißt, seine Abweichung von der Horizontallinie gesucht wird. Man spanne mit der Fläche AB parallel die Schnur αβ an zwey Stäben, in der länge von 10 Lachter gerade aus. In der Mitte dieser Schnur hänge man den Gradbogen an; so zeigt der Bogen ab den Winkel x (§. 9. aa). Man setzt diese Verrichtung so lange von A bis B fort, als die Linie AB steigt, so erhält man die länge von AB. Gesetzt, in B falle der Gang, das ist, er nähere sich der Horizontallinie, so spanne man mit BC die Schnur βγ parallel aus, und hange in der Mitte den Gradbogen an, so zeigt der Bogen cd die

Grösse

Grösse des Winkels y oder das Fallen der Linie BC an. Dieses wird bis **vor Ort** d. i. bis ans Ende des Ganges in D fortgesetzt. Aus den gegebenen Winkeln x, y, u. s. w. imgleichen der Länge der Linien AB, BC, u. s. w. läßt sich die Zeichnung des Ganges, nach dessen Steigen und Fallen, leicht entwerfen.

§. 13.

c) Das söhlichte Streichen eines Ganges zu finden.

Es sey der Gang ABCDEF. Man spanne mit der Seite des Ganges AB die Schnur αβ parallel aus, und hänge in die Mitte den Hängekompaß in q dergestalt, daß Norden n gegen das Ende des Ganges gerichtet sey; so zeigt der Bogen mn die Stunde der Abweichung des Ganges von der Mittagslinie, d. i. sein söhlichtes Streichen. Da, wo in B der Gang die Richtung ändert, wird wieder eine Schnur βγ mit der Seite BC parallel ausgespannt, und die vorige Operation wiederholt. Und dieses geschieht bey jeder veränderten Richtung bis ans Ende des Ganges. Tab. XXII Fig. 5.

§. 14.

d) Die völlige Ausmessung des Bergwerks.

Wir haben hier 1) einige **Benennungen** zu erklären, und 2) die **Operation** selbst vor-

vorzutragen. Was 1) die **Benennungen** anbetrifft, so heißt die ganze Ausmessung ein **Zug**. Geschieht die Ausmessung unter der Erde, so heißt es ein **Grubenzug**, über der Erde ein **Tagezug**. Einen Zug zu Papier bringen, heißt, ihn **zulegen**. Das Profil eines Bergwerks heißt der **Seigerriß**; der Grundriß der **söhlichte Riß**. Eine Linie heißt ein **Markscheidewinkel**. Eine Linie messen, heißt, sie **abziehen**. Der Punkt, wo man zu messen anfängt, heißt **der Punkt des ersten Anhaltens**. Der Punkt, wo die Messung aufhört, heißt der **abgezogene** oder **abgegebene Punkt**. 2) Die **Ausmessung** selbst kommt auf 3 Hauptoperationen an. Entweder man soll aa) einen **Grubenzug** oder bb) einen **Tagezug** verrichten, oder man soll cc) einen in der Grube befindlichen Punkt **über Tage bestimmen**. Alle übrige Operationen sind nur Nebenfälle.

§. 15.

aa) Einen Grubenzug zu verrichten.

1) Man lasse aus dem über die Grube befindlichen Punkt E eine Schnur in den Schacht, wo die Messung angehen soll, herab, und befestige selbige in G etwan 4 Fuß hoch über der Sohle, so ist G der Punkt des ersten Anhaltens. Man messe diese Schnur nach Lachtermaaß, so weiß man, wenn der

Schacht

Schacht seiger ist, die Seigerteuffe FG. Ist der Schacht flach, so bestimme man aus der gemessenen Donlege die Steigerteuffe. (§. 11. bb). 2) In G wird eine Schraube befestigt, woran eine Schnur gebunden, und mit der Sohle AB parallel in αβ ausgespannt wird. An diese wird der Gradbogen gehängt, und durch dessen Hülfe das Steigen und Fallen des Ganges gefunden. (§. 12). 3) An eine andere mit der Seite des Ganges parallel ausgespannte Schnur wird der Hängekompaß gehängt, und dadurch die Stunde des Streichens des Ganges bestimmt. (§. 13). 4) Alles dieses wird in ein in Columnen abgetheiltes Memorial eingetragen, bis man über BC und CD an den abgegebenen Punkt kommt. Es hat aber ein solches Memorial sechs Columnen, in deren ersten die Linie, in der zweyten die Weltgegend, in der dritten die Stunde des Streichens, in der vierten die Länge nach Lachtermaaß, in der fünften das Steigen und Fallen angezeigt wird. In der sechsten werden Nebenanmerkungen hinzugefügt, wie man dieses aus folgendem Entwurf sehen kann. Tab. XXII. Fig. 4.

Gru-

Grubenzug auf dem Gebäude N. zu N.
Am — des — Jahres.
Das Anhalten ist am Fahrschenkel im Tageschacht gewesen.

Linie.	Weltgegend.	Stunden u. Achtel.	Lachter.	Steigen und Fallen.	Anmerkungen.
ab	OR.	5. $3\frac{1}{2}$	8. 4. $9\frac{3}{4}$	St. 3°	
bd	—	5. $2\frac{3}{4}$	7. 3. $6\frac{1}{2}$	A. — 2.	Hier ist ein Gang erbrochen, und die fortgetriebene Stolle weiter abgezogen worden.
ef	—	5. $1\frac{1}{4}$	9. 7. 2.	St. 3. 6.	
gh	oc.	6. 3.	9. 4. 6.	F. 2. 6.	

5) Nach diesen eingeschriebenen Bestimmungen wird der Riß söhlig und seiger zugelegt.

§. 16.

bb) Einen Tagezug zu verrichten.

Will man einen Tagezug verrichten, so schlage man 1) in dem nach Belieben erwehlten oder vorgeschriebenen Punct A einen Stab ein, imgleichen einen in B in der Entfernung von 10 Lachter. 2) Zwischen beyde Tab. XXII. Fig. 6. Stäbe wird in gleicher Entfernung von der Soh-

Sohle eine Schnur ausgespannt, und durch den Gradbogen das Steigen und Fallen, durch den Hängekompaß aber die Stunde des Streichens bestimmet und eingeschrieben. 3) Mit dieser Arbeit fährt man über CDEF fort bis an das Ende. 4) Ist in G ein Baum, ein Thurm, ein Haus, oder etwas dergleichen, daß mit in den Riß kommen soll; so wird in B der Winkelweiser befestigt, und man visiret durch die Dioptern nach G. An die Schnur des Winkelweisers wird der Hängekompaß angehängt, und dadurch die Stunde des Streichens von BG bestimmt. Darauf wird die Länge von BG mit der Schnur gemessen, auf Lachter gebracht, und beydes in das Memorial eingetragen. So kann die lage von BG beym Zulegen des Zuges auf dem Papier leicht gezeichnet werden.

§. 17.

cc) Einen unter der Erde gegebenen Punkt über Tage zu bestimmen.

Es sey der unter der Erde gegebene Punkt N der Gang ABCDN. Dieser kann über Tage auf eine doppelte Art bestimmt werden. 1) Man verrichtet den Grubenzug nach §. 15. und legt ihn hernach söhlig und seiger zu. Man richte hernach in N eine senkrechte Linie auf, und sehe, wo diese die Oberfläche der Erde in L durchschneidet: so ist der Punkt N in L über Tage bestimmt. 2) Oder man

Tab. XXII. Fig. 7.

ver-

verrichte wie vorhin den Grubenzug, und bestimme dadurch die Lage von ABCDN. Alsdenn verrichte man aus dem über dem Punct des ersten Anhaltens A befindlichen Punct α, nach eben den Stunden und Winkeln den Tagezug in αβγL; so bekommen die Markscheidewinkel αβ, βγ und γL eben die Lage über Tage als ABCD unter der Erde, und der Punkt L, wo der Tagezug sich endigt, liegt über Tage genau über dem Punkt N, wo sich der Grubenzug endete.

Hieraus läßt sich die Aufgabe leicht auflösen: **wie wenn man aus einem angegebenen Punkt ansitzen, und bis zu einem gegebenen Punkt erschlagen will, man die Donlege und Stunde der Linie von einem Punkt zum andern finden könne.**

Tab. XXII. Fig. 7. Es sey M der Punct, wo man ansitzen, und L der Punct, wo man erschlagen soll. Man verrichtet zwischen M und N einen Zug, und legt ihn söhlig und seiger zu. Aus dem söhligen Riß ersiehet man die Stunde der Linie ML. Aus dem Seigerriß aber die Entfernung des Puncts M von der Seigehöhe LN, das heißt die Linie MN. Aus der gegebenen Grundlinie MN und der Höhe NL des rechtwinklichten Dreyecks LNM kann man den Winkel x, oder die Donlege der Linie ML leicht finden.

II. Die Bergbaukunst.

§. 18.

Einleitung.

Wir haben hier zweyerley zu bestimmen. Wir müssen 1) die **Einrichtung** des Bergwerks überhaupt angeben, und 2) zeigen, wie es zu **befestigen** sey. Bey der Einrichtung des Bergwerks überhaupt, müssen wir A) die **Beschaffenheit der Gebürge** anzeigen, und B) wie in denselben ein **Bergwerk angelegt und eingerichtet werden müsse.** Bey der Beschaffenheit und Inhalt der Gebürge haben wir wiederum 1) die Beschaffenheit der Gebürge überhaupt, und 2) die Art, wie in ihnen das Erz bricht, zu betrachten.

1) Einrichtung des Bergwerks überhaupt.

A) Beschaffenheit und Inhalt der Gebürge.

§. 19.

1) Beschaffenheit der Gebürge überhaupt.

Hier müssen wir α) die Beschaffenheit der Gebürge dem **äussern** Ansehn nach und β) der **innern** Einrichtung nach betrachten. α) Was das **äussere Ansehn** anbetrifft, so steigen die Gebürge entweder αα) unter einem kleinen Winkel nach und nach

langsam in die Höhe. Dieses heissen **sanfte Gebürge**. Der erste Theil, der sich anfängt über das flache land nach und nach zu erheben, heißt das **Vorgebürge**; der folgende höhere Theil das **Mittelgebürge**, und der höchste Theil desselben, hinter welchem das Gebürge wieder fällt, das **hohe Gebürge**. Diese sanften Gebürge geben die beste Hoffnung zu güter Ausbeute, zumahl wenn sich im Vorgebürge Steinkohlen und Salzquellen zeigen, und aus dem Gebürge selbst häufige mineralische Wasserquellen entspringen. ββ) Oder sie steigen unter einem Winkel von mehr als 45 Grad. Dieses heissen **steile Gebürge**. Sind diese κ) durch viele Thäler und Klüfte unterbrochen, so heissen sie **stückliche Gebürge**. Sie bestehen mehrentheils aus unordentlich über einander liegenden Felsstücken, und taugen zum Bergbau wenig. Denn einmahl erfordert das über einander liegende Gestein viel Zimmerwerk, damit die Gruben nicht einstürzen, und also viele Baukosten. Zweytens finden die Gänge gar bald ihr Ausgehendes, weil Gebürge, die stark steigen, auch bald wieder fallen. Wenigstens werden die Gänge, wegen der unordentlich auf einander liegenden Felsart beständig unterbrochen. Drittens, sind in solchen Gebürgen gemeiniglich viel Wasserklüfte und Tagewasser, welche wegzuschaffen, man viel unnöthige Unkosten anwenden muß. λ) Steigen die steilen

len Gebürge mit vielen Absätzen sehr gerade in die Höhe, so heissen sie **pralligte Gebürge**. Diese taugen auch zu Bergwerken wenig, weil sie auch mehrentheils so geschwinde wieder fallen, als sie gestiegen sind.

§. 20.

Gebürge der innern Beschaffenheit nach.

Betrachten wir β) die Gebürge nach ihrer innern Beschaffenheit, so finden wir hier zweyerley überhaupt zu bestimmen. 1) Erstlich die **Steinlager**, und 2) zweytens die Art, wie die Erze darin brechen. Alle sanfte Gebürge bestehen gemeiniglich aus Steinlagern, die schichtweise über einander liegen. Die Dammerde aa, welche von aussen diese lagen bedeckt, heißt das **Dach**. Das erste Steinlager mm, welches auf das Dach folgt, heißt der **Gems**. Bestehen diese Gebürge Tab. XXII Fig. 8.

a) aus gleichartigen Steinlagern, so heissen sie **einfache Gebürge**. Bestehen sie aber

b) aus ungleichartigen Steinlagern, so nennt man sie **zusammengesetzte Gebürge**. liegen hier die Steinlager

α) in einer gewissen Ordnung

αα) über einander (Fig. 8.), so erhalten sie den Namen der **aufgesetzten Gebürge**. Und eine solche Steinlage heißt, wenn sie dick ist, eine **Bank**.

Tab. XXII. Fig 9.

ββ) Stehen die Lagen neben einander in a, a, a, so heißt es ein **abgesetztes Gebürge.**

β) Liegen die Lager unordentlich durch einander; so nennt man es ein **schwimmendes** oder **schüttriges Gebürge.**

§. 21.

2) Wie die Erze brechen, überhaupt.

Wir müssen nun 2) zeigen, **wie die Erze brechen.** Die Metalle und Halbmetalle werden selten unter der Erde gediegen gefunden, und auch alsdenn nur in kleinen Massen. Sie sind gemeiniglich in sehr kleinen Theilen mit Stein und andern Bergtheilen vermischt, und heissen **Erze.** Diese Erze brechen auf eine vierfache Art. Man findet sie entweder in **Flötzen**, oder in **Gängen**, oder in **Nestern**, oder endlich in **Seifen.** Von jeden dieser vier Stücke muß nun besonders gehandelt werden.

§. 22.

Flötze.

a) Wenn sich zwischen den Steinlagen eines Gebürges, lagen von einer andern Steinart oder von Erz befinden, die sich in die Länge und Breite als eine Fläche ausbreiten, ohne sehr dick zu seyn, so heissen solche Lager **Flötze**; und Gebürge, welche aus solchen Flötzen bestehen, heissen **Flötzgebürge.**

Sol-

Solche Flötze werden Tab. XXII. Fig. 8. in n und n im Durchschnitt vorgestellt. Liegen viel solche Flötze über einander, mit dazwischen befindlichen Stein und Erdlagen, so heißt es ein **Geschürte**. Das Gestein, worauf der Flötz liegt, heißt seine **Sohle**; was aber über ihm liegt, sein **Dach**.

Anmerkung. Wir merken hierbey, 1) daß dieses der wahre und eigentliche Begriff des Worts **Flötz** sey, ohngeachtet die Bergleute, die eben nicht an deutliche Begriffe gewöhnt sind, dieses Wort oft in verschiedenen andern Bedeutungen gebrauchen. 2) Daß die Flötze mit den übrigen Steinlagern mehrentheils parallel liegen. 3) Daß diese Flötze leicht von Gängen unterschieden werden können, welche, wenn es uns erlaubt ist, eine Vergleichung mit den vegetabilischen und thierischen Körpern zu machen, gleichsam die Röhren und Adern vorstellen, da die Flötze als Häute, die etwas bedecken, angesehen werden können. 4) Der Bergbau in Flötzen ist sehr verdrießlich, weil diese so wenig dick sind, und die Bergleute daher oft auf dem Rücken liegend, mühsam arbeiten und das Erz gewinnen.

§. 23.

Klüfte.

Auffer den Flötzen, worin die Erze brechen, finden wir dasselbe b) in **Gängen**.

Weil der Begriff des Ganges von dem Begriff der Kluft abhängt, so müssen wir erst von den **Klüften** handeln; und hernach die Theorie der Gänge vortragen. Von den Klüften merken wir

1) ihren **Begriff**. Alle Steinlagen gehen entweder ununterbrochen fort, oder sie werden durch Ritzen, Spalten und Höhlungen unterbrochen. Ist in diesen Spalten und Ritzen etwas von der übrigen Steinart verschiedenes enthalten, so heißt dieselbe eine **Kluft**.

2) Ihre **Eintheilung**. Die Klüfte können theils dem Inhalt, theils der Grösse, theils der Lage nach eingetheilt werden.

α) Dem **Inhalt** nach sind sie

αα) entweder leer, und heissen **dürre Klüfte**. Oder

ββ) nicht leer. Und alsdenn enthalten sie

א) Wasser, **Wasserklüfte**. Bey diesen merken wir, daß das in ihnen enthaltene Wasser entweder schlechtes Tagewasser ist, so höchstens zum Aufschlagewasser bey Künsten, Puchwerken und Göpeln gebraucht werden kann; oder mineralisches Wasser, aus dessen Bestandtheilen man urtheilen kann, was vor Mineralien in dem Berge, woraus es fließt, enthalten seyn können. Oder

ב) gutes Erz, **edle Klüfte**.

3) letten, Talg, Ocher oder Steinmark, Schmeerklüfte.

β) Der Grösse nach, sind sie

αα) nicht sehr lang, oder streichen nicht weit, sind auch dabey sehr schmal, und heissen **Trümmer.** Oder

ββ) sie streichen weit, sind auch breiter oder mächtiger, und haben ihr Hangendes und liegendes. Eine dergleichen Kluft heißt ein **Gang.**

γ) Der **Lage** nach. Diese ist

αα) entweder unbestimmt, oder

ββ) läuft mit der lage der Steinlager parallel, und bildet, wie die Flötze, eine Fläche, die aber hohl ist. Dieses heissen **Flötzklüfte.**

3) Ihren **Nutzen.** Die Klüfte geben 1) den mineralischen Ausdünstungen der Gebürge einen freyen Ausgang. 2) Sie lösen die Steinart ab, und verschaffen den Erzen ein freyes lager und Zubereitung, indem die mineralischen Dämpfe sich in ihnen sammeln, und den Grund zur Erzeugung der Metalle legen. 3) Werden dadurch die sich in dem Gebürge sammelnde Wasser herausgelassen.

§. 24.

Gänge.

Von den **Gängen** bemerken wir ihren **Begriff,** ihre **Eintheilung, Einfassung,** ihr **Hängendes** und **Liegendes,** nebst

ihrer **Verbindung.** Was aa) ihren **Begriff** anbetrifft, so haben wir §. 23. schon gesehen, daß die Gänge zu den Klüften gehören. Es unterscheiden sich daher die Gänge von den Flötzen hauptsächlich dadurch, daß die Flötze liegen und lager sind, die Gänge aber stehen, und sind Klüfte. Von den gemeinen Klüften unterscheidet sich aber ein Gang, weil er länger und mächtiger oder breiter ist, und nicht nur oben, sondern auch unten eine gehörige Breite besitzt, und daher ein Hangendes und liegendes hat. Es sind also **Gänge** Klüfte, die unter einer gehörigen Dicke in die Länge streichen, mit einer von dem übrigen Gestein verschiedenen Bergart angefüllt sind, und ihr Hangendes und liegendes haben.

bb) Ihre **Eintheilung** richtet sich nach ihrer Länge, lage, Stärke und Inhalt.

α) Diese **Länge** ist

αα) ansehnlich, oder sie streichen weit: ordentliche **Gänge.** Oder

ββ) sie streichen nicht sehr weit: **Mozige Gänge.**

β) Die **Lage** der Gänge wird

αα) entweder der Sohle nach bestimmt.

Der Gang streicht der Sohle nach

1) Entweder zwischen der 12ten und 3ten Stunde. Dieses heißt ein **stehender Gang.**

2) Oder zwischen 3 und 6, ein **Morgengang.**

3) Oder

3) Oder zwischen 6 und 9, ein Spath-Gang.
4) Oder zwischen 9 und 12, ein flacher Gang.

ββ) Oder der Teuffe nach. Fällt der Gang in die Teuffe.
1) zwischen 90 und 80 Grad, so heißt er ein **Seigergang**.
2) Zwischen 80 und 60 Grad, ein **donlegter Gang**.
3) Zwischen 60 und 20 Grad, ein **flachfallender Gang**.
4) Zwischen 20 und 1 Grad, ein **schwebender Gang**, den auch einige Bergleute ein **Flötz** nennen. Wenn Gänge nur das oberste Steinlager durchsetzen, ohne in eine merkliche Teuffe zu fallen, so nennt man sie **Tagegehänge**. Diejenigen Gänge, so von Morgen gegen Abend streichen, heissen **rechtfallende Gänge**; **wiedersinnige** aber, die ihr Streichen von Abend gegen Morgen haben.

γ) Der **Stärke** nach. In dieser Absicht sind
αα) die Gänge entweder einige Lachter mächtig, und dieses sind **Hauptgänge**.
ββ) Oder sie sind nur schmal, und heissen **Trömmer**.

δ) Dem Inhalt nach enthalten sie

αα) entweder Erz, und heissen Erzgänge.

ββ) Oder blosses Gestein. Diese werden taube Gänge genannt.

cc) Ihre Einfassung. Der Gang hängt mit dem übrigen Gestein, wodurch er setzet, selten unmittelbar zusammen, er ist mit demselben durch eine besondere Einfassung verbunden, diese heißt das Saalband. Dieses Saalband ist entweder an die Bergart des Ganges angewachsen, und hängt mit derselben zusammen, oder es löst sich von derselben ab. Ist eine solche Ablösung mit Letten oder Erde und schmieriger Bergart angefüllt, so nennt man sie ein Besteg. Ist eine solche schmierige Bergart oder Besteg vor Ort, so heißt es ein Ausschram.

dd) Ihr Hangendes und Liegendes. Um den Begriff dieser Wörter recht auseinander zu setzen, und gehörig zu bestimmen, muß man die Lage des Ganges betrachten.

1) Ist der Gang flach oder donlegig, so heißt das Gestein, so über ihm liegt und gleichsam sein Dach vorstellt, oder hangen bleiben würde, wenn man den Gang wegnähme, das Hangende. Das Gestein, worauf der Gang stehet, oder was unter ihm liegt, heißt das Liegende. Ist der Gang merklich hoch, so theilt man die Höhe in zwey gleiche Theile, und rechnet den obern Theil, der dem hängenden am nächsten ist, mit zum hangenden, den untern aber zum lie-

genden. 2) Ist der Gang **seiger**, so heißt der westliche Theil der hangende, der östliche das liegende. Die Bergleute drücken dieses so aus: wenn man das Gesicht nach Mitternacht kehre, so befinde sich das Liegende zur Rechten und das Hangende zur linken. Zu mehrerer Erläuterung wollen wir uns in ab einen rechtfallenden Gang, der aber eine Donlege hat, vorstellen. Da dieser von Morgen gegen Abend streicht, so ist in c Morgen, in e Abend. Nun ist cd sein Liegendes und ef sein Hangendes. Man stelle sich vor, dieser donlegte Gang werde in einen Seigergang am verwandelt, so bleibt cd sein Liegendes und cf sein Hangendes, und daher ist das Liegende die Morgenseite, das Hangende die Abendseite. Tab. XXII. Fig. 10.

ee) Von ihrer **Verbindung** mit andern und zufälligen Veränderungen wollen wir hier nur folgende Hauptfälle bemerken. 1) Wenn der Gang mächtiger oder breiter wird, so sagt man: **er wirft einen Bauch**, a. 2) Wird ein Gang durch einen tauben Gang cb aus seiner Stunde gebracht in b, so sagt man, er werde **verdruckt**. 3) Geht er hernach in gm in seiner Stunde wieder fort, so **wirft er einen Haaken**. 4) Verliert sich der Gang im Gebürge, so **setzt er ab**, oder **er hat sich ausgekeilt**. Zerstreuet er sich in Trümmer, so zertrümmert er sich. Geht er am Ende des Gebürges zu Tage aus, so **blühet** Tab. XXII. Fig. 11.

er

er am Tage. Die Gänge pflegen zwar die Dammerde nicht selbst durchzusetzen, sie thun dieses aber durch Geschiebe, oder Steine, die gleichsam durch die Dammerde durchgeschoben werden. 5) Durchschneiden sich zwey Gänge dm und kl, so geben sie sich das Kreutz. Tab. XXII. Fig. 12. Geschieht dieses wie in hi, unter einem rechten Winkel, so geben sie sich das rechte Kreutz. Durchschneiden sich viele Gänge unter spitzen Winkeln, wie ab, cd, ef, so sagt Tab. XXII. Fig. 12. man: sie schaaren sich. 6) Streichen aber solche Gänge neben einander her, ohne sich Tab. XXII. Fig. 13. zu vereinigen, so schleppen sie sich. Wenn hingegen zwey oder mehr Gänge ab und cd sich unter einander so vereinigen, daß man ihr Streichen und ihre Saalbänder nicht mehr von einander unterscheiden kann, so sagt man: sie rammeln sich. 7) Wenn sich einige Gänge so vereinigen, daß sie 7 Lachter mächtig werden, ohne weit vorwärts zu streichen, so heißt es ein Stockwerk. Sie entstehen mehrentheils aus dem Durchsetzen vieler Gänge und Flötze an einem Ort, haben weder Hangendes noch Liegendes, und gehen gröstentheils in die Teuffe.

§. 25.

Nester.

cc) Das Erz bricht auch oft in Nestern. Von diesen merken wir uns aa) den Begriff. Sie sind mit Erz angefüllte einzelne Klüfte, die

die kein Streichen, kein Hangendes und Liegendes haben. bb) Ihre **Eintheilung.** Sie liegen α) entweder ganz einzeln und unterbrochen, oder β) sie entstehen durch die Durchschneidung einiger Gänge, doch ohne sehr mächtig zu seyn. Sie erhalten alsdenn den Namen **Nieren.** Und man sieht daher, daß eigentlich Stockwerke grosse Nieren sind.

Anmerkung. Man findet ausser den Nieren oft einzelne Stücken fremdartiges Gestein in den Gebürgen, in welchem sich oft Erz findet. Und dieses heissen **Geschiebe.** Sie erhalten ihren Namen daher, weil sie von andern Gebürgen durch Wasserfluthen vermuthlich dahin sind geschoben worden. Sie liegen gemeiniglich in oder unter der Dammerde.

§. 26.

Seifen.

d) Endlich trifft man auch Metall in den **Seifen** an, wovon wir aa) den **Begriff** merken. Es sind dieses einzelne kleine Erzstücken in der Grösse von Bohnen oder Erbsen, und drunter, die in einer mit der Oberfläche der Erde parallelen lage, mit Erde oder letten vermischt liegen, und ausgewaschen werden müssen. bb) Den Ort. Sie liegen unter der Erde, da wo Gebürge angehen, oder zwischen den Gebürgen in Thälern. Oft liegen lager von letten über ihnen. Sie

bestehen grösstentheils aus gediegenem Golde, Zinngraupen, Eisenkörnern, auch Granaten.

B. Wie die Bergwerke anzulegen sind.

§. 27.

Einleitung.

Wir haben hier zweyerley zu erklären, wir müssen 1) die **Anlegung** des Bergwerks angeben, und 2) zeigen, was vor **Hindernisse** beym Bergbau vorkommen, und wie dieselben wegzuschaffen sind.

1. Anlegung des Bergwerks.

§. 28.

A) Einrichtung überhaupt.

Zu der Einrichtung des Bergwerks überhaupt, gehört a) die allgemeine Eintheilung desselben, b) die Officianten und Bedienten, und c) die Gebäude.

a) Allgemeine **Eintheilung des Bergwerks.** Eine Gesellschaft von Personen, die Zubusse zum Bergwerk geben, und Antheil an der Ausbeute haben, heißt eine **Gewerkschaft.** Das Ansuchen, die Erlaubniß zum Bau bey der Landesobrigkeit zu erhalten, heißt das **Muthen.** Der Raum, der ihnen zu bearbeiten erlaubt wird, heißt die **Zeche.** Die ganze Zeche wird in 128 gleiche Theile getheilt, und dieser hundert und acht und zwan-

zwanzigste Theil wird ein **Kux** genannt. Vier Kuxe machen einen **Stamm**. Zweyunddreyssig Kuxe eine **Schicht**. Ein Stück 7 Quadrat lachter groß ist ein **Lehn**. Zwey Lehne machen eine **Maasse**. Sechs Lehn, oder ein 42 lachter langer und 7 lachter breiter Raum, ist eine **Fundgrube**. Ein Kux gehört allezeit dem, auf dessen Grund und Boden die Zeche liegt, und heißt der **Erbkux**. Die Ausmessung der Zeche heißt das **Verschnüren**; die Steine, wodurch die Gränzen einer Zeche bestimmt werden, die **Lochsteine**, und die Bestimmung der Gränze, durch Setzung der Lochsteine, heißt das **Verlochsteinen**.

b) Die **Officianten**. Die Oberaufsicht über das gesammte Berg- und Hüttenwerk führen der Oberberghauptmann und Berghauptmann. Alle übrige Officianten theilen sich in die Officianten beym Bergbau und beym Hüttenwerk.

aa) Beym **Bergbau** sind der Zehndtner, der Bergmeister, der Bergschreiber, der Einfahrer, der Markscheider, der Geschwohrne, der Schichtmeister, der Ober- und Untersteiger, die Knappen. Ihre Kleidung besteht in einem Grubenkittel, Arschleder, Kniebiegel, Schachthüthchen. Die Officier tragen Hirschfänger, die ältesten Bergknappen tragen Säbel.

bb) Beym

bb) Beym Hüttenwerk sind der Oberhüttenverwalter, Oberhüttenreuter, der Guardein, der Hüttenactuarius, Oberhüttenmeister, der Hüttenschreiber, die Hüttenmeister, die Abtreiber und Schmelzer. Diese haben in ihrer Kleidung weder Arschleder, noch Kniebiegel, sondern eine Kappe und ein Schürzfell.

c) Die Gebäude. Diese dienen 1) bloß zur Bedeckung der Schachte, damit der Regen davon abgehalten werde, und heissen Kauen. Es sind nur bretterne Hütten mit einer Art von Pultdach, wie ab. 2) Bey Treibschachten werden hölzerne unten breite und oben spitze Hütten in Form eines Kegels erbauet, man nennt sie Göpel. 3) Alle übrige Häuser, worin Bergofficianten wohnen, oder Instrumente (Gezähe) verwahret werden, heissen Zechen oder Huthhäuser.

Tab. XXIII. Fig. 1.

§. 29.

B) Besondere Einrichtung.

Einleitung.

Die Arbeiten auf dem Bergwerk sind von mancherley Art, sie gehören theils zum Bergbau, theils zum Hüttenwerk. Unserm Endzweck sind die ersten eigentlich gemäß, doch werden wir die chymischen Arbeiten nicht ganz übergehen, sondern davon so viel vortragen, als sich physikalisch erkennen läßt. Bey den Arbeiten haben wir viererley zu bemerken.

ken. 1) Die Entdeckung der Gänge, oder die Vorarbeit. 2) Die Arbeiten unter der Erde. 3) Die Förderung oder Herausschaffung des gewonnenen Erzes, und 4) die Bearbeitung des zu Tage geschafften Erzes, wobey die Hauptgründe von dem Schmelzen und Probieren aus der Docimastik beygebracht werden sollen.

§. 30.

1) Entdeckung der Gänge. Ueberhaupt.

Die Untersuchung zur Erkenntniß der innern Beschaffenheit des Gebürges, und die davon abhangende Entdeckung der Gänge kann auf eine zwiefache Art angestellt werden. Entweder durch allgemeine Betrachtung des Gebürges, oder durch besondere Arbeiten. Zu der aa) **allgemeinen Betrachtung** der Gegend und des Gebürges gehört α) die Beobachtung der äussern lage und Beschaffenheit des Gebürges, ob es sanft oder steil und sticklich ist, ob aus demselben mineralische Wasser entspringen, ob Steinkohlen in der Nähe desselben sich befinden, u. d. g. β) Die Untersuchung, ob nicht sonst schon daselbst gebauet worden. Dieses erkennet man 1) aus denen daselbst noch befindlichen freyliegenden **Halden**. Dieses sind Haufen ausgestürzten Erzes, welche man wohl auszuklauben hat, weil sich oft durch die darin gefundenen metallischen Theile der Inhalt der

Berge bestimmen läßt. 2) Aus denen **Bingen** oder **Fingen**. Dieses sind Vertiefungen auf der Oberfläche der Erde, die aus eingestürzten Schachten oder niedergegangenen Grubenarbeiten entstehen. 3) Endlich erkennt man mit Gewißheit den vorhin da betriebenen Bergbau, aus denen noch stehenden Kauen und noch vorhandnen Oeffnungen der Stollen.

§. 31.

Insbesondere. Bergbohrer. Schürfen. Suchstollen.

bb) Hat man aus den allgemeinen Kennzeichen eine gegründete Vermuthung einer guten Ausbeute; so untersucht man die innere Beschaffenheit des Gebürges durch den **Bergbohrer**, durchs **Schürfen** und durch **Suchstollen**.

Tab. XXIII. Fig. 2. α) Der **Bergbohrer** besteht, wie ein gemeiner Bohrer, aus dem **Heft** a, der **Stange** bd, und dem **Zwicker** de. Nur muß die Stange aus verschiedenen Stücken bc, cf, fd. u. s. w. bestehen, die insgesammt an einander geschraubt werden können, und deren man immer mehrere anschrauben und abnehmen kann, um den Bohrer nach Belieben zu verlängern oder zu verkürzen, je mehr oder weniger man in die Teufe kommt. Die weitläuftige Beschreibung dieses nützlichen Instruments, und des Mechanismi, wie er bequem gedre-

gedrehet und herausgezogen werden könne, kann man in J. C. Lehmanns Beschreibung eines Bergbohrers nachsehen. Der Hauptvortheil des Bohrers besteht darin, daß man dadurch ohne grosse Kosten die Beschaffenheit der Stein und Erdlager erfährt, und daher den Inhalt des Gebürges bestimmen kann.

β) Es wird ferner ein Gebürge untersucht durch Schürfen. Einen Schurf werfen oder schürfen heißt, wenn man von Tage in ein Gebürge einschlägt, um nach Gängen zu suchen. Es wird zu dem Ende erst die Dammerde weggeräumt und das Gestein entblößt. In dieses Gestein arbeitet man immer nach der Teufe ein, räumt Erde und Berg so lange mit Körben aus, als es die Arbeiter erreichen können. Geht der Schurf mehr in die Teufe, so wirft man Kübel und Seil ein, und setzt Haspeln. Das milde Gestein wird durch Keilhauer und Schrämhammer gewonnen. Weiter in der Teufe aber muß bey festerem Gestein, Eisen und Schlägel gebraucht werden.

γ) Noch mehr wird das ganze Gebürge aufgeschlossen durch Suchstollen. Man führt unten am Gebürge eine Rösche oder Graben von bestimmter Tiefe. Dieser wird ins Gebürge durch einen Stollen fortgesetzt. Es ist dieses ein fast sohlig ins Gebürge getriebe-

ner Gang, wovon weiter unten gehandelt werden soll.

§. 32.

2) Die Arbeiten unter der Erde.

Hier müssen wir zuerst zeigen, was man vor Oeffnungen im Gebürge macht, um unter die Erde zu gelangen; und hernach, wie die Arbeiten unter der Erde zu Gewinnung des Erzes angestellt werden. Alle Oeffnungen, welche man im Gebürge macht, um unter die Erde zu gelangen, heissen überhaupt Gruben. Diese Oeffnungen gehen entweder in die Teufe, sind viereckt, und heissen Schachte; oder sie sind fast sohlig, und werden alsdenn **Stollen** genannt.

§. 33.

Schachte.

Bey den Schachten merken wir a) ihre **Erklärung.** Es sind viereckte Gruben, die in die Teufe gehen, um dadurch etwas herein zu schaffen oder herauszufördern. b) Ihre **Eintheilung.** Sie werden nach dem Unterschied der Richtung, des Orts und des Gebrauchs in verschiedene Klassen getheilt.

aa) Der **Richtung** nach sind die Schachte entweder

1) seiger oder senkrecht: Seigerschacht. Oder

2) schief

2) schief: flacher Schacht, oder donlegter Schacht.

bb) Dem Orte nach gehen sie

1) von Tage herein: **Tageschacht.** Oder

2) sie gehen aus einer unter der Erde getriebenen Strecke weiter in die Teufe: **Bremschacht.**

cc) Dem Gebrauch nach, wird

1) Wasser herausgeschafft: **Kunstschacht.**

2) Oder er ist bloß zum Einfahren bestimmt: **Fahrschacht.** Oft ist ein Schacht zugleich ein Fahr- und Förderschacht.

3) Oder es wird das gewonnene Erz durch Haspeln zu Tage herausgeschafft oder gefördert: **Förderschacht.**

4) Schafft man aber das Erz durch ein Treibwerk und Göpel zu Tage: **Treibschacht.**

5) Wird dadurch frisches Wetter in die Grube gebracht: **Wetterschacht.**

c) Der **Gebrauch** der Schachte besteht hauptsächlich darin, daß man aa) dadurch bequem unter die **Erde gelange** oder einfahre, um das Erz daselbst zu gewinnen, auch andere zum Bergbau nöthige Sachen, Zimmerholz, Steine u. d. g. in die Grube schaffen könne. Das **Einfahren** geschieht auf eine zwie-

fache Art, α) entweder durch **Fahrten**. Dieses sind 12 Ellen lange Leitern, deren so viele als nöthig mit einander verbunden werden. Eine jede ist mit 24 Fahrtsprossen versehen. β) Durch das Seil. Dieses ist an der Haspel fest und mit einem Knebel versehen, auf welchen sich der Bergmann mit seinem Grubenlicht setzt, und so heruntergelassen wird.

bb) Durch eben diese Schachte wird aber auch das gewonnene Erz herausgefördert.

§. 34.

Stollen.

Auch hier haben wir a) den Begriff festzusetzen. Stollen sind Gänge, die fast söhlig ins Gebürge geführt werden. Sie haben des Wassers wegen einiges Gefälle oder Rösche, welches auf 100 lachter $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ lachter beträgt. b) Ihre **Eintheilung** macht man

aa) Der Lage nach.

1) Fangen sie hoch im Gebürge an, so heissen sie **Tagestollen**.

2) Die am tiefsten anfangen, nennt man **Erbstollen**.

bb) Dem Gebrauch nach.

1) Man sucht dadurch Gänge zu entdecken: **Suchstollen**.

2) Man leitet dadurch Wasser ab: **Tagestollen**.

3) Treibt

3) Treibt man sie durch das ganze Gebürge, um es aufzuschliessen: **Hauptstollen.**

c) Ihre **Einrichtung** ist folgende: Der erste Anfang des Stollens ist ein Graben (**Rösche**). Wenn dieser Graben im Gebürge unterkriecht, so wird der Gang mit **Thürstöcken** und einer Kappe versehen, auch Thüren eingehängt. Sollen sie Wasser ableiten, so wird in der Mitte des Stollens ein Kanal geführt (die **Wasserseige**), und mit Brettern bedeckt. Dieses heißt ein **Treckwerk** oder **Trägwerk**. In den Hauptstollen werden zu besserer Aufschliessung des Gebürges seitwärts Gänge getrieben, diese heissen **Flügelörter.**

§. 35.

Arbeiten zur Gewinnung des Erzes.

Ist man durch Schachte unter die Erde gekommen, (§. 33.) so wird nun die Arbeit zur Gewinnung des Erzes angestellt. Wir haben hier a) zu zeigen, wie das Erz gewonnen, und b) wie man die Strecken unter der Erde fortsetzt, und wie das gewonnene Erz bis zu dem Schachte gebracht wird. a) Ist man durch gehörige Abteufung des Schachtes auf edle Gänge gekommen, so werden unter der Erde nach der lage des entblößten Ganges **Strecken** getrieben. Man gewinnt das Erz in den Strecken auf eine vierfache Art,

durch Keilhauen, durch Schlägel, durch Feuersetzen, und durch Schiessen. aa) Bey sehr lockerm gerolligen oder gebrechlichen Gestein, bedient man sich bloß der Keil-

Tab. XXIII. Fig. 3.

hauen. Dieses ist ein spitzer Hammer mit einem langen hölzernen Stiel (n. 1.) Hier ist der Häuer im Stande, die Keilhaue in das Gestein zu treiben und dasselbe alsdenn loszubrechen. bb) Bey festerem Gestein wird Schlägel und Eisen gebraucht. Es sind dieses zwey Hammer, wovon der eine vorne spitz ist. (n. 2.) Dieser heißt das **Eisen**, oder **Bergeisen**. Der zweyte (n. 3.) hat eine breite Bahn und ist sehr schwer. Er heißt der **Schlägel** oder **Fäustel**. Das Eisen wird auf das Gestein mit der linken Hand festgehalten, und mit der rechten Hand schlägt der Häuer mit dem Schlägel auf das Eisen, und treibt es solchergestalt in das Gestein mit Gewalt herein. Oft, wenn das Gestein sehr fest ist, werden zwey Personen erfordert, deren die eine das Eisen fest hält, die andere aber mit dem Fäustel mit beyden Händen aufschlägt. cc) In Stockwerken und bey gar zu festem Gestein, welches sich mit Schlägel und Eisen nicht will gewinnen lassen, oder doch die Arbeit damit nur sehr langsam von statten geht, pflegt man, wiewohl selten, es durchs Feuersetzen zu zwingen. Es wird sehr trocken Holz in den Strecken angezündet, und dadurch das Gestein locker gebrannt,

daß

daß es sich hernach durch Schlägel und Eisen leicht vollends gewinnen läßt. Es muß aber dabey genug Wetter oder Luft zum Zuge seyn, damit der Rauch gehörig herausgeführt werde. Ein Klumpen durchs Feuer mürbe gebranntes Erz heißt eine **Schaale Erz.** Weil dieses sehr langsam geht, auch viel Holz kostet, so bedient man sich lieber des Schießpulvers, und gewinnt das Erz dd) durchs Schiessen. Es wird nemlich am Ende der Strecke, wo die Arbeit fortgesetzt werden soll, eine kleine Mine angelegt und das Gestein gesprengt. Zu dem Ende wird in das Gestein ein 30 bis 40 Zoll tiefes Loch gebohrt, in dieses Loch die Patrone gesteckt und die Oeffnung verküttet. In ein in der Verküttung eingeschlagenes und durchbohrtes Holz wird ein Lauffeuer gemacht, nnd an dessen Ende ein zusammengedreheter Schwefelfaden (**Schwefelmännchen**) angehängt und so die Mine angezündet. Durch einen solchen Schuß wird nicht nur viel Gestein aus einander gesprengt, welches hernach leicht zerschlagen werden kann, sondern das übrige wird mürbe gemacht, daß es leichter zu gewinnen ist.

b) Bey Fortsetzung der Strecken oder unter der Erde gearbeiteten Gängen, merken wir aa) einige Benennungen. Der obere Theil oder die Decke der Strecke heißt die **Firste**, der untere Theil die **Sohle.** Die

Stufen, auf welchen man das Erz aushauet, heissen Strossen. Auf eine solche Strosse rechnet man $1\frac{1}{2}$ lachter länge, die Höhe ist verschieden, doch muß sie nicht unter $\frac{1}{2}$ lachter seyn. bb) Die Art, wie man in den Strecken arbeitet. Man verfährt hier auf eine dreyfache Art. α) Entweder der Häuer arbeitet über sich, dieses heißt die Firstenarbeit, weil man in der Firste der Strecke das Gestein losbricht. Es geschieht dieses entweder bey Durchschlägen, wo man einen Stollen mit einer Strecke oder zwey unter einander liegenden Strecken verbinden, oder ein oberes Gesenke aufs kürzeste erschlagen will, oder weil der Erzgang eine Richtung gerade in die Höhe nimmt, der man nacharbeiten muß. In dieser Firstenarbeit werden auch oft Strossen aber verkehrt gehauen, wie
Tab.XXIII. Fig. 4. n. 2. anweiset. Oder β) die Strecken werden gerade nach der Sohle fortgesetzt. Dieses geschiehet, indem die Strecke am Ende durch ausgehauene Strossen stufenweis fort-
Tab.XXIII. Fig. 4. gesetzt wird. Es sind deren gemeiniglich 2 bis 3 hinter einander in a, b, c. auf deren jeder ein oder zwey Häuer neben einander arbeiten. So wie der Häuer in d fortarbeitet, so rücken die auf den Strossen in a, b und c sitzende Häuer auch weiter fort. Das Ende der Strecke heißt Ort das. Daher sagt man: vor Ort arbeiten, ganz vor Ort kommen ꝛc. Die Häuer arbeiten auf den Strossen entwe-

der

der über Eisen; dieses geschieht auf allen schon gehauenen Strossen, die nur fortgesetzt werden. Oder unter Eisen; dieses geschieht allezeit vor Ort. Im ersten Fall stufet er gegen sich zu auf der Strosse los, über welcher er sitzt, im zweyten aber hauet er das Gestein vor sich von oben nieder. Oft läßt man in den Strecken die Sohle nach und nach anlaufen, oder höher steigen, als es die Nothwendigkeit, dem Wasser ein freyes Gefälle zu geben, erfordert. Und man sagt alsdenn: man habe sich mit dem Ort überbauen. Oft werden die Strossen um den Gang herum auf der Seite gehauen, um zwischen dem Gang und dem festen Gestein Raum zu gewinnen. Dieses heißt verschrämen oder Schram hauen. γ) Die dritte Arbeit ist das Absenken und Abteufen, da man unter sich arbeitet. Hier heißt das erste Tagewerk, das der Häuer macht, das Vorgesümpfe, und die übrigen, das erste, zweyte Tagewerk u. s. w. vom Vorgesümpfe herein. Diese Arbeit stellt Fig. 4 n. 3. vor.

Die Zeit, worin man in den Bergwerken arbeitet, heißt die Schicht, bey deren Anfang der Bergmann einfähret, und bey deren Ende er ausfährt. Die längste Schicht ist 12 Stunden, und heißt die Kurschicht. Die gewöhnliche ist von 8 Stunden und wird in die Frühschicht von Morgen bis Mittag, die Tageschicht von Mittag bis Abend, und

die

die Nachtschicht von Abend bis zum Morgen getheilt. Die Aufsicht darüber führt der Schichtmeister, und das Zeichen darzu wird durch Anläuten oder Pochen gegeben.

c) Das gewonnene Erz wird bis zu den Treib- und Förderschachten geschafft, 1) durch Erztröge oder Mulden, die getragen werden. 2) Durch Schubkarren. 3) Durch Hunde. Dieses sind vierrädrige Karren, die durch Bergleute gezogen werden.

§. 36.

3) Förderung des gewonnenen Erzes.

Ist das Erz auf die erst beschriebene Art bis zu den Schachten gebracht, so wird es entweder a) in den Förderschachten durch eine Haspel in Kübeln in die Höhe gezogen und gefördert, oder b) es geschieht in den Treibschachten durch Pferde und Wassergöpel, von deren Einrichtung bey dem Maschinenwesen weitläuftiger gehandelt werden soll.

§. 37.

4) Bearbeitung des zu Tage geschafften Erzes.

Da die Theile des Metalls mit dem Gestein in den Erzen genau verbunden sind, so ist es nöthig, sie a) von einander abzusondern, b) die abgesonderten metallischen Theile zu vereinigen, und da gröstentheils verschiedene Arten der Metalle mit einander verbunden sind, als Bley und Silber, Kupfer und Sil-

Silber, so müssen diese c) von einander geschieden werden.

§. 38.

a) Absonderung des Metalls vom Gestein.

Dieses erhält man durchs Sortiren, Zerschlagen mit dem Scheideeisen, Pochen, und Waschen. So bald nemlich das Erz zu Tage gefördert worden und die Kübel ausgestürzt sind, muß das Erz aa) sortirt werden. Das ganz taube Gestein wird auf Halden geworfen, das übrige wird wieder sortirt, und das edelste zurückgelegt, das übrige aber bb) auf die **Scheidebank** geliefert. Hier wird es durch breite und schwere Hammer (**Scheideeisen**) zerschlagen oder **geschieden**. Dieses geschiedene Erz wird durch die **Klaubejungen** ausgeklaubt, das beste und edelste besonders aufgehoben, das übrige aber, welches noch mit vielem Berg vermischt ist, wird cc) auf das **Puchwerk** geliefert, welches wir unten weitläuftiger beschreiben werden. Hier wird es entweder trocken gepocht, als Glimmer, Talk und andere gute Geschicke, oder man pocht es naß, das heißt es wird in den Puchtrog Wasser durch ein eigen Gerinne gelassen. Der Boden des Troges hat einiges Gefälle, wodurch das Wasser abfließt. Wenn daher das **Vorsatzblech** geöffnet wird, so wird das Wasser in das **Schoßgerinne** gelassen, und dadurch in die Schlamgruben

gruben abgeführt. Das gepuchte Erz heißt Schlich. Der beste Schlich, der auf dem ersten Gefälle liegen bleibt, wird Hedel genannt. Auf einigen Bergwerken wird das geschiedene Erz durch Siebe, Durchwürfe und Räder geworfen. Ist nun das Erz zerschlagen, so werden die metallischen Theile von dem Gestein dd) durchs Waschen auf dem Wasch- und Planheerd abgesondert. Der Waschheerd besteht aus einer von Brettern gemachten schiefen Fläche abcd. Die Bretter desselben sind queerüber mit Kerben oder Einschnitten versehen. Man stürzt das gepuchte Erz auf diesen Waschheerd, und gießt entweder Wasser mit Eimern darüber, oder es wird in einem eigenen Gerinne ef darauf geleitet. Indem das Wasser über diese schiefe Fläche herunter fließt, so schwemmt es das zerstossene Gestein als einen leichtern Körper herunter, der gute Schlich aber bleibt seiner Schwere wegen in den Kerben liegen. Der Planheerd ist auch eine schiefe Fläche von Holz. Er wird aber mit Planen von Zwilch überzogen, in diese Planen setzt sich beym Abspülen ebenfalls der gute Schlich. Während des Abspülens wird das Erz auf dem Wasch und Planheerd beständig langsam mit der Krücke umgerührt. Die Planen werden hernach von dem Heerd abgenommen und in den Schlichfässern ausgewaschen oder ausgeflauet, der gesammelte

Tab. XXIII. Fig. 5.

gute

gute Schlich wird in die Erzkammer geliefert.

§. 39.

Rösten.

Durch die bisher beschriebene Bearbeitung des Erzes, werden die groben Steintheile zwar zum Theil von dem Metall abgesondert; da aber noch flüchtige mineralische Theile damit verbunden sind, so muß zu deren Absonderung das Erz ee) geröstet werden. Wir bemerken von dieser Operation α) die Nothwendigkeit des Röstens. Es werden die Erze aus einer doppelten Ursache geröstet, ehe man zum Probieren und Schmelzen fortschreitet. Einmahl befindet sich bey allen Erzen ein gewisses flüchtiges arsenikalisches Wesen. Dieses flüchtige und würksame Wesen scheint zur Erzeugung der Metalle nothwendig zu seyn. Da dieses Wesen mit den metallischen Theilen sehr fest verbunden ist, so raubt es einen Theil desselben beym Schmelzen, indem es die metallischen Theile durch den grossen Grad der Hitze beseelt, auflöst und mit sich flüchtig macht. Durch einen gewissen Grad der Wärme, der aber zum Schmelzen nicht hinreichend ist, wird dieses Wesen flüchtig, löst sich in einen Rauch auf und verfliegt, ist aber nicht im Stande die metallischen Theile mit sich zu nehmen, weil diese noch zu stark unter einander zusammenhangen, und diese Verbindung durch das zu

schwe-

schwere Feuer des Röstens noch nicht aufgehoben ist. Dieser Grad der Wärme wird dem Erz beym Rösten gegeben, und dadurch das arsenikalische und schwefligte Wesen vertrieben, und aus diesem Grunde ist das Rösten nothwendig. Es ist aber auch zweytens mit dem Metall viel hartes und unartiges Gestein, Blende, Spath, Hornstein verbunden, welches durchs Rösten todt gebrannt, mürbe gemacht, und dadurch fähig wird, sich beym Schmelzen leichter zu verschlacken. Und auch hieraus sieht man die Nothwendigkeit des Röstens leicht ein. β) Die Umstände des Röstens. Es geschieht das Rösten auf eine zwiefache Art, entweder unter freyem Himmel, oder in einem verschlossenen Raume.

Tab. XXIII. Fig. 6.

1) Unter freyem Himmel geschieht es auf dem Röstheerd. Dieser ist vorne und oben offen, hinten aber und auf beyden Seiten zugemauert. Vorne in ab ist nur eine kleine niedrige Mauer, und der Boden wird mit Leim ausgeschlagen, oder mit Schlacken ausgefüllt, und hernach mit Ziegelsteinen belegt. Auf den Seiten in c und d bleiben einige Luftlöcher zum Zuge. Hierin wird das Röstbette aus 5 Ellen langen Holzstücken bereitet, und auf dasselbe das Erz mit dem Zuschlage gelegt, und das Holz darauf angezündet. Man nennt aber Zuschlag alles, was man dem Erz beym Rösten und Schmelzen zusetzt, um beydes zu befördern. Dahin gehört der Schwefel-

felkieß. Beym Rösten befreyet sich die hierin befindliche Schwefelsäure, durchdringt die metallischen Theile, und macht sie zur Absonderung von den Schlacken geschickter. 2) Soll aber beym Rösten der aufsteigende mit Schwefel und Arsenik angefüllte Dampf aufgefangen werden, so wird ein Dach über den Heerd gebauet. abcdef stellt den Durchschnitt des ganzen dazu eingerichteten Gebäudes vor. Auf den ausgemauerten Fußboden df wird das Röstbette angelegt. Der aufsteigende Rauch fängt sich in dem Dach abc und zieht durch die Feuermauer hi heraus. An die festen Theile hängt sich bey dieser Sublimation der Arsenik oder Hüttenrauch an. Man setzt auch in eg viereckte oben offene mit Wasser angefüllte Gefässe hin, über welche der Rauch in ci wegzieht, und bey Berührung mit dem Wasser die Schwefeltheile sich niederschlagen, und in dem Wasser aufgefangen werden. Bey einigen Erzen muß dieses Rösten etlichemahl wiederholt werden. Ja einige Erze werden schon etwas geröstet, ehe sie auf das Puchwerk kommen, um das harte Gestein brüchiger zu machen, daß es sich leichte zerschlagen lasse. Auf einigen Bergwerken können gewisse strenge Erze durchs blosse Rösten noch nicht gehörig bezwungen werden, daher werden sie erst noch in Brennöfen gebrannt und dadurch zum Schmelzen geschickter gemacht.

Tab. XXIII Fig. 7.

Eberh. Neue Beytr. zur Math. adpl. T §. 40.

§. 40.

Probiren.

Sind nun die metallischen Theile von dem groben Berg und flüchtigen Schwefel und arsenicalischen Theilen befreyet, so müssen sie b) durch das Schmelzen wieder unter einander dergestalt verbunden werden, daß sie einen festen zusammenhangenden Körper ausmachen, und zum Gebrauch bequem werden. Ehe aber das Schmelzen selbst vorgenommen wird, muß das Erz erst probirt werden, um die Menge des darin enthaltenen Metalls zu bestimmen, und zu erfahren, ob es sich auch der Mühe verlohne, die Kosten an dessen weitere Aufbereitung zu wenden. Bey dieser Operation müssen wir aa) das Probirgewicht angeben, und denn bb) die Probe selbst erklären.

aa) Das **Probirgewicht.** Dieses wird folgendergestalt eingetheilt,

1 Pfund hält 2 Mark
1 Mark 16 Loth
1 Loth 4 Quentchen
1 Quentchen 4 Pfennige
1 Pfennig 2 Heller.

Diese Pfennige heissen Richtpfennige, und werden in 256 gleiche Theile getheilt. Von solchen Theilen enthält daher der Heller 128, das Quentchen aber 1024. Ein solches Quentchen heißt beym Probiren ein Probir-

bir = Centner. Daraus entsteht folgende Tabelle.

1 Centner beträgt 1 Quentl. oder 1024 Theile.
50 Pfund betragen 2 Pfennig 512 —
25 — — 1 — — 256 —
$12\frac{1}{2}$ — — 1 Heller — 128 —

Nimmt man also zur Probe ein Quentchen Erz, so sagt man, es sey ein Centner probirt worden. Und da man voraussetzt, die metallischen Theilchen wären im Erz gleichmäßig verbreitet, so schließt man aus der Verhältniß des Metalls zu den Schlacken in dem Probir = Centner oder Quentchen, auf die Menge der Theile in einem würklichen Centner oder 100 Pfunden, und erfährt also dadurch den Gehalt des Erzes.

bb) Das **Probiren** selbst. Man nimmt einen oder mehr Probier = Centner Erz, und schmelzt es mit dem gehörigen Zusatz in einem Tiegel, durch die Hitze wird Stein und Metall flüßig. Da nun aber die Theile des Metalls specifice schwerer sind als die flüßigen Steintheile, so setzen sie sich ihrer Schwere wegen unten, die geschmolzenen Steintheile aber über dieselben. Das Metall, so sich unten im Tiegel gesetzt, wird beym kalt werden fest, und bekommt die eigentliche metallische Consistenz, der geschmolzene Stein aber verschlackt sich oben zu Glase. Diese Schlacke läßt sich leicht von dem Metall durchs Schlagen absondern, und so bald dieses ge-

schehen, wird das Metall nach dem Richtpfennig abgewogen. Aus diesem abgewogenen Metall des Probier-Centners, schließt man nun auf den Gehalt des Erzes im Grossen. Gesetzt, ein Probir-Centner Erz gebe bey der Probe 210 Theile Metall; so schließt man: so wie der Probir-Centner, der 1024 Theile hat, sich zu dem würklichen Centner von 100 Pfund verhält; so verhält sich der Inhalt des Probier-Centners nach dem Richtpfennig, zum Inhalt des Metalls im Erze nach Pfunden. Es sey die gesuchte Anzahl der Pfunde des Metalls im Erz = q. In unserm Fall

$$1024 : 100 = 210 : q.$$

$$\frac{100}{21000}$$

Dieses dividirt durch 1024 giebt $20\frac{520}{1024}$ Pfund Metall im Centner Erz.

§. 41.

Schmelzen.

Ist die Probe gut ausgefallen, so erfolgt nun das **Schmelzen** im Grossen. Hier bemerken wir aa) die Oefen. Deren giebt es drey Arten. Hohe, krumme Ofen und Stichofen. Die hohen Oefen sind gemeiniglich 9 Ellen hoch, oben schmaler als unten, und mit einer Treppe versehen. Man hat davon zwey Arten. Einige sind mit einem **Spor** oder Spur von Sandstein, ande-

andere mit einem oder zwey Augen oder Oeffnungen, und heissen Brillöfen, dergleichen man im Mansfeldischen und in Ungarn zum Schmelzen der Kupfererze gebraucht. Krumme Ofen sind um 4 Ellen niedriger als die hohen Ofen, und fassen daher zum Schmelzen weniger Erz, werden auch in Freyberg wenig gebraucht. Sonst haben sie ihren Stich, Sohlenstein, Abzug und Stichheerd. Stichöfen sind nur 4 Ellen hoch, eine Elle lang und breit, und werden nur zu Bley- und reichhaltigen Erzen gebraucht. Hingegen zu Steinerzen können sie nicht leicht gebraucht werden. Ausser diesen sind die Treibofen und Windofen. Alles dieses sind Schmelzofen. Sonst giebt es auch noch Darröfen zum Darren des Kupfers, imgleichen Cementöfen zum Cementiren, und Brennöfen, worin die Erze nur gebrannt und zum Schmelzen vorbereitet werden.

bb) Das Schmelzen selbst. Man hat hierbey hauptsächlich eine dreyfache Absicht, einmahl muß das Erz leicht flüßig gemacht, zweytens das Metall vereinigt, und drittens demselben die feste dichte metallische Consistenz gegeben werden. α) Das erste wird bey schwerflüßigen Erzen durch die Zuschläge erhalten. Dergleichen sind 1) leichtflüssige Schlacken und Gestein. 2) Viele an sich strengflüssige Gesteine werden leichtflüssig durch den Zuschlag anderer strengflüssiger Gesteine.

3) Oft vermehrt die Vergattirung verschiedener Sorten von Kupferschiefer das leichtere Fliessen der Erze. β) Die Vereinigung der metallischen Theile und ihre völlige Absonderung von den Schlacken geschieht durch ihre eigene besondere Schwere und ihren Zusammenhang. Vermöge ihres Zusammenhanges vermischen sich geschmolzene Metalle mit keinen irdischen und Steintheilen, sondern werfen sie von selbst heraus. Vermöge ihrer besondern Schwere aber setzen sich die geschmolzenen Metalltheile unten, und die leichtern Schlacken oben, und sondern sich also von selbst von einander ab. γ) Erhalten die Metalle die feste dichte Consistenz durch Wiederersetzung des brennbaren Wesens, welches sie verlohren hatten. Dieses brennbare Wesen (phlogiston) steckt besonders in den Kohlen. Daher müssen die Kohlen das Erz unmittelbar berühren, so geht das Brennbare derselben in das Metall über.

§. 42.

Abtreiben und Seigern.

Oft steckt ein Metall im andern, und beyde schmelzen in einer Masse zusammen. Besonders steckt das Gold im Silber, das Silber aber im Kupfer und Bley. Diese müssen also c) von einander abgesondert werden. aa) Das Silber wird vom Bley befreyet durchs **Abtreiben**. bb) Das Silber und Gold wird vom Kupfer abgesondert durch die Ce-

mentation, und cc) das Gold sondert sich vom Silber durch die **trockene** und **nasse Scheidung.**

aa) Das **Abtreiben** geschieht auf dem **Treibheerd.** Hiervon merken wir α) den **physikalischen Grund.** Das geschmolzene Bley ziehet sich, wenn es recht flüssig ist, in die Zwischenräume der Sandcapelle oder des Aschenheerdes. Das Silber hängt aber unter sich mehr zusammen als mit den Theilen des Aschenheerdes, und zieht sich also in dessen Zwischenräume nicht hinein. Ist also Silber und Bley mit einander vermischt, so darf man nur die vermischte Masse auf einem solchen Heerd fliessen lassen, so zieht sich das Bley in den Heerd hinein, das Silber aber fließt zusammen und bleibt auf demselben stehen, und wird dadurch vom Bleyzusatz völlig befreyet. β) Die **Arbeit** selbst. Wenn das silberhaltige Bleyerz geschmolzen worden, und die Schlacke sich oben gesetzt hat, wird der Schmelzofen geöffnet, diese Handlung heißt der **Stich** *). Das Bley, worin das Silber steckt, wird auf den untern Heerd gelassen. Diese Masse heißt **Werkbley** oder **Werk.** Auf diesem mit einem Huth versehenen Treibheerd wird das Werkbley abgetrieben. Der Heerd aa ist gemauert und rund, Tab. XXIII. Fig. 9.

*) Man nennt auch Stich die Masse, die auf einmahl aus dem obern Heerd auf den Stichheerd herausfließt.

in h ist der Abzug, in kk kleinere Abzüge, bb ist der Aschenheerd, der jedesmahl neu geschlagen wird, c die Glöttgasse, d ist der Huth oder die Haube von Blech, welche mit Ketten an dem Kranichzuge ef hängt und dadurch auf verschiedene Art bequem gehoben werden kann. Man hat fünferley Arten von dergleichen Treiböfen, die man beym Schlüter*) nachsehen kann. Wir wollen zu

Tab. XXIV. Fig. 1.

mehrerer Deutlichkeit eine Art davon im Durchschnitt gezeichnet hier vorstellen. Es stellt a die Mauer, b den Windofen und c den Windfang vor, dd sind 2 Kannenlöcher zum Gebläse, kk ist das grosse Schürloch, ii ist die unterste grosse Abzücht, in hh sind kleinere Abzüchte, gg ist der gemauerte Heerd, ff der Aschenheerd, und in e steht das Werk.

Wenn nun das Werk auf den Treibheerd gelassen worden, so wird es durch den Windofen so lange im beständigen Fluß erhalten, bis es sich völlig in Glätte verwandelt und zum Theil in den Aschenheerd hineingezogen. Das Silber bleibt auf dem Heerd liegen, welches man aus dem sogenannten Blick erkennet. Dieses Silber heißt Blicksilber, das über dem Aschenheerd stehende und in Glötte oder Glätte verwandelte Bley wird durch die Glöttgasse herausgelassen. Man läßt alsdenn den Ofen kalt werden, nimmt das Silber heraus, und läßt es mit Kohlen bren-

*) Unterricht vom Hüttenwerk pag. 117. cap. 14.

brennen, denn heißt es Brandsilber und ist 15 Loth 16 Gran fein. Ehe man das Werkbley abtreibt, wird es probirt. Will man auf diese Art das Silber vom Kupfer absondern, so läßt man Bley fliessen, und wirft das mit Silber vermischte Kupfer hinein, so lößt sich das Kupfer im Bley auf. Diese Handlung heißt das **Saigern**. Die aus der Masse gemachte runde Stücke heissen **Saigerstücke** oder **Saigerkuchen**. Diese Saigerkuchen werden auf den Saigerheerd gebracht, gänzlich mit todten Kohlen überschüttet, und diese oben angezündet. Sie brennen daher langsam nieder, das Bley fließt mit dem Silber vermischt heraus, und die übergebliebenen Stücken Kupfer, die nun ausgesogen sind, heissen **Kühnstücke**. Das mit Silber angefüllte Bley wird hierauf, wie vorhin gezeigt worden, auf dem Treibheerd abgetrieben, bis das Silber blickt. Das übrig gebliebene Kupfer der Kühnstücke wird auf die **Darröfen** gebracht, die so zugerichtet sind, daß das Flammenfeuer des Holzes dasselbe unmittelbar berühre. So wird das darin noch vorhandene Bley herausgezogen, und die Kupferscheiben heissen alsdenn **Darrlinge**. Dieses Kupfer wird auf den Gahrheerd geliefert, vor dem Gebläse durch das Feuer aufgehäufter Kohlen von allem noch anhangenden Schwefel gereinigt, und heißt alsdenn **Gahrkupfer**. Dieses wird darauf auf die Ku-

pferhammer geliefert. Diese Handlung heißt das Gahrmachen.

§. 43.

Cementiren.

bb) Ist Silber oder Gold mit andern Metallen, die nicht so leicht fliessen, als das Bley, vermischt, so wird es von denenselben auch durch die **Cementation** befreyet. Es ist aber die Cementation eine trockene Zerfressung der unedlen Metalle durch Salze. Wir bemerken hier α) den **physikalischen Grund.** Die sauren Dämpfe der Salze zerfressen durch ihren Zusammenhang mit den unedlen Metallen, dieselben, wenn sie eingeschlossen sind, geschwinde. Das Silber greifen sie nur langsam an, und das Gold gar nicht. Es kann also das im Gold und Silber befindliche Kupfer aus demselben durch diese Zerfressung herausgebracht werden. β) Die **Operation** selbst. Die vermischten Metalle werden, damit sie eine grössere Oberfläche erhalten, und also leichter gefressen werden können, in dünne Bleche geschlagen, und schichtweise mit dem Cement, welches aus 4 Theilen Ziegelmehl, 2 Theilen zerstossenem Kochsalz, und einem Theil calcinirtem Vitriol besteht, über einander gelegt. Diese werden in eine wohlverschlossene Cementbüchse gethan, und dem Cementfeuer ausgesetzt. Dieses ist ein Circulfeuer, so mit Kohlen rund um die Ce-

ment-

mentbüchse gemacht wird, wodurch das Metall allgemach erhitzt, und die Salze geschmolzen werden. Die sich dabey befreyenden Salzdämpfe zerfressen die unedle Metalle und Halbmetalle, und das edle Metall bleibt zurück. Beym Golde wird das sogenannte Cementum regale gebraucht.

§. 44.

Trockene und nasse Scheidung.

cc) Soll das Gold vom Silber abgesondert werden, so geschieht dieses durch die **trockene** und **nasse Scheidung**. α) Von der **trockenen Scheidung**, die auch der **trockene Niederschlag** oder die **Scheidung im Guß** genannt wird, merken wir αα) den **physikalischen Grund**. Der Schwefel greift das Silber an, und löst es auf, weil er mit demselben stärker zusammenhängt, aber nicht das Gold. Wird also das vom Schwefel durchdrungene Silber, welches mit so wenigem Golde vermischt ist, daß es sich der nassen Scheidung nicht verlohnt, geschmolzen, so sondert sich das Gold davon ab, und weil das geschmolzene Silber specifice leichter, das Gold aber specifice beynahe noch einmahl so schwer ist, so setzt sich dieses unten in Form eines Königs zu Boden, und kann also leicht gänzlich vom Silber abgesondert werden. ββ) Die **Arbeit** selbst. Diese geschieht, indem das Silber granulirt wird. So bald es beym Granu-

liren

liren aus dem Wasser kommt, wird es noch naß mit zerstossenem und durch ein Haarsieb geschlagenen Schwefel wohl vermischt, so hängt sich der Schwefel gleich an das noch nasse Silber. Diese Masse wird in einem auf dem Feuer stehenden Tiegel mit einer Kelle eingetragen, der Tiegel zugedeckt, und das Feuer gemindert, damit das Silber nicht gleich schmelze, sondern die Granalien recht vom Schwefel durchdrungen und porös werden können. Wenn dieses Zerfressen oder Cementiren eine Zeitlang gedauert, wird es etwa eine Stunde lang geschmolzen, und darauf ausgegossen, und heißt alsdenn **Plachmahl**. In der unten spitzen Gießpuckel setzt sich der König unten. Um nun den König oder das Gold von dem übrigen Plachmahl abzusondern, wird der Tiegel gleich wieder ins Feuer gesetzt, und wenn das Plachmahl hart geworden, wird es wieder in den Tiegel gethan, aber verkehrt, dergestalt, daß der König oben stehe. Da nun das Plachmahl eher schmelzt, als das Gold in dem König, so nimmt man diesen gleich heraus, sobald das geschwefelte Silber zu schmelzen anfängt.

ß) Die nasse **Scheidung** geschieht durch **Scheidewasser** (aqua fortis) oder **Goldscheidewasser** (aqua regis). Auch hier müssen wir αα) den physikalischen Grund zeigen. Scheidewasser ist mit Wasser verdünnete Salpetersäure. Diese hängt sich der Figur

der

der kleinsten Theile wegen, an alle übrige Metalle, das Gold ausgenommen. Es löst daher alle andere Metalle auf, greift aber das Gold nicht an, und sondert also das Gold von den andern Metallen. Das **Goldscheidewasser** aber besteht aus der Säure des Kochsalzes. Diese hängt auch der Figur der kleinsten Theile wegen, allein mit dem Golde zusammen, und mit keinem andern Metall. Es löst daher das Gold auf, ohne die andern damit vermischten Metalle aufzulösen. Und auf diese Art werden beyde von einander abgesondert. ββ) Die **Arbeit** selbst geschieht auf folgende Art. Ist wenig Gold mit vielem Silber vermischt, so löst man das gemischte Metall in Scheidewasser auf, so fällt das Gold in Gestalt eines Pulvers zu Boden, welches hernach abgesüßt und geschmolzen werden muß. Es geschieht diese Auflösung auf eine dreyfache Art: mit **gewöhnlichen Kolben** in warmen Sand, auf **ungarische Art**, und mit einer **besondern Art Gläser im Wasser.** Hat man aber mehr Gold als Silber, so wird das gemischte Metall in Goldscheidewasser aufgelöst. Hier löst sich nur das Gold auf, und das Silber und Kupfer fällt als ein Pulver zu Boden. Die besondere Bestimmungen dieser Arten der Scheidung findet man weitläuftig in **Schlüters** bey oben angeführtem Werk befindlichem **Probierbuch** cap. 42. p. 135.

§. 45.

§. 45.

Verquicken.

Bey sehr reichen Bergwerken, wie in America, wird Gold und Silber auch wol verquickt. Das gepochte Erz wird nemlich in steinernen Mörseln so lange mit Queckſilber gerieben, bis sich das Metall alle im Queckſilber auflöst. Man druckt dieses Amalgama nachher durchs Leder, so geht das Queckſilber durch, das Metall aber bleibt im Leder zurück, und wird hierdurch vom Queckſilber wieder abgesondert und frey.

2. Hindernisse beym Bergbau, und wie sie zu heben sind.

§. 46.

Hindernisse überhaupt.

Alle Hindernisse, die beym Bergbau vorkommen, sind von zweyerley Art, einige sind **ökonomisch**, andere **physicalisch**. Zu den **ökonomischen** gehört der Mangel an Geld oder Personen, die Zubusse thun sollen. Der Mangel an Holz und Kohlen; da entweder schon zu wenig Holz und Feurung vorhanden ist, oder doch zu besorgen steht, daß durch die viele beym Bergwerk erforderliche Feurung, ein Mangel an Holz entstehen würde. Auch gehört dahin der Mangel am Wasser, das zu Treibung der Künste, Puchwerke,

werke, Treibwerke und der Gebläse so nöthig ist. Und endlich die gar zu grossen Kosten bey einer noch zweifelhaften und ungewissen Ausbeute. Diese Hindernisse gehören eigentlich zur Bergöconomie, und wir werden uns dabey nicht aufhalten. Zu unserer Absicht gehören vielmehr die physicalischen Hindernisse, und diese entstehen theils a) von der Erde und dem Gestein, theils b) vom Wasser, das sich unter der Erde in den Gruben befindet, theils c) von der Luft oder dem Wetter, da es theils an guter Luft fehlt, theils die verdorbene Luft herausgeschafft werden muß.

§. 47.

Hindernisse von der Erde und Gestein.

a) Die Erde und das Gestein hindern den Grubenbau, wenn das Gestein nicht fest genug ist, durchs Niedergehen und Einstürzen der Schachte, Strecken und Stollen. Es geschieht dieses bey sticklichten Gebürgen und lockern Erdreich oft unvermuthet, wodurch nicht nur die Arbeit verlohren geht, sondern auch oft viele Menschen verunglücken. Diesem wird durch gehörige Befestigung der Gruben vorgebeugt, wovon unten gehandelt werden soll.

§. 48.

Hindernisse vom Wasser.

b) Das Wasser hindert den Bergbau, wenn man beym Abteufen der Schachte auf unter-

unterirdische Wasser und Quellen komt, und dadurch das Bergwerk in Gefahr geräth zu ersaufen. Man schafft dieses weg aa) durch **Tagestollen.** Liegt das Wasser in dem Berge höher als die Oberfläche eines benachbarten Thales, so kan man durch einen von dem Thale aus mit einigem Gefälle geführten Stollen es ableiten, und sich desselben oft noch zur Treibung eines Puchwerks oder bey dem Hüttenwerk bedienen. liegt aber bb) das Wasser tiefer als die Oberfläche irgend eines nähern Thales, so muß es durch eine Wasserkunst so hoch gehoben werden, bis es durch ein Gefälle zum Abfluß gebracht werden kann. Von diesen **Künsten** soll unten weitläuftiger gehandelt werden.

§. 49.

Hinderniße von der Luft.

c) Die Luft (das **Wetter**) hindert den Bergbau auf eine doppelte Art. aa) Entweder es fehlt in den Gruben, an frischer elastischer Luft oder **gutem Wetter**, und man soll diese also herbeyschaffen. Es geschieht diese Verderbung der Luft durch feuchte und schweflichte Dämpfe, wodurch die Luft ihre Schnellkraft verliert und zum Othemholen ungeschickt wird. Oder bb) es ist zu viel verdorbene mit giftigen entzündbaren arsenicalischen und Schwefeldämpfen angefüllte Luft vorhanden, **böses Wetter, Schwaden,**

die

die man herausschaffen muß, weil sie nicht nur die Menschen tödtet, sondern auch oft sich mit einem Knall entzündet, aus den Schachten herausfährt, Kauen und andere Gebäude und Maschinen zersprengt und zerschmettert.

§. 50.

Wie man gut Wetter in die Gruben schafft.

aa) Frische Luft oder gut Wetter wird in die Gruben geschafft

1) Durch den Zug, wenn Schachte und Stollen so gut mit einander verbunden werden, daß der Wind gut durchstreichen kann.

2) Durch Windfänge. Man stellt über die Oeffnung des Schachtes gla vier senkrecht stehende bretterne Flügel ab, ac, ad, ae, die unter sich einen rechten Winkel machen. Dadurch wird der Strom der Luft ia, zwischen dae gefangen, und in af in den Schacht getrieben. Diese bringen aber wenig frisches Wetter hinein, daher sie auch nur selten gebraucht werden. Tab. XXIV. Fig. 2.

3) Durch Blasebälge. Die Röhren dieser Blasebälge endigen sich in viereckte lange Röhren oder Lotten ab, durch diese wird das Wetter entweder vertikal herunter in die Schachte Fig. 3. oder wagerecht in die Stollen gebracht (Fig. 4). Wie diese Blasebälge bequem zu bewegen sind, davon Tab. XXIV. Fig. 3. et 4.

kann man den Mechanismum in Löhneis Bericht von Bergwerken Tab. 2. nachsehen.

4) Durch Windkasten und die aus ihnen entstandene **Ventilatores** des Hales oder **Triewald.** Der Ventilator des Hales ist mit grossem Nutzen in den englischen Steinkohlenbergwerken eingeführt worden. Es besteht aber der Ventilator aus einem viereckten Kasten, der hier im Durchschnitt vorgestellt ist, ABDC. Alle Seiten desselben sind gerade, nur der vordere Theil BD ist nach einem, aus dem Mittelpunkt E mit dem Radio EF beschriebenen Cirkelbogen gerundet. Der obere Theil oder Deckel dieses Kastens hat in OP eine kleine Oeffnung, durch welche die eiserne Stange GH geht, die an dem Windbrett oder Diaphragma EF fest ist, und wodurch das Windbrett bewegt wird. Dieses Windbrett EF ist ein viereckt es von leichten Holz gemachtes Brett, dessen vordere Seite aber in F, wo sie an BD anschließt, gerundet ist. Es ist an der hintern Wand AC des Ventilators in E durch zwey eiserne Haspen befestigt, und in G ist durch ein Gelenk die eiserne Stange HG damit verbunden. Diese ist in H an dem Hebel HKI fest, der in K beweglich ist, und durch dessen Bewegung das Windbrett schnell auf und nieder getrieben werden kann. Hinten sind zwey einwärts gehende hölzerne mit Leder gefütterte Klappen in MM. Vorne sind zwey dergleichen auswärts

Tab. XXIV. Fig. 5.

gehende

gehende Klappen in LL. An beyden in MM und LL ist eine viereckte Röhre, die an die in den Schacht gehende lotten mit hölzernen Schrauben befestigt werden kann. Soll nun frisches Wetter in die Schachte gebracht werden, so wird die viereckte Röhre, die an LL ist, an die lotten befestigt, die Klappen MM aber berühren die äussere freye luft, und das Windbrett EF wird schnell auf und nieder getrieben. Beym in die Höhe gehen desselben in EB, tritt die äussere luft durch die Klappen MM in den Raum EBDC. Beym Heruntertreiben gegen ED verschliessen sich die Klappen MM, es öffnen sich hingegen die auswärts gehende Klappen LL, und treiben die frische luft durch diese Oeffnungen in die lotten, und durch dieselben in die Schachte.

5) Es wird aber auch frisch Wetter in die Gruben geführt durch die Bewegung und den Fall des Wassers. Dieses geschieht auf eine dreyfache Art. α) Entweder durch die Wasserseige des Stollens, da das in der Mitte des Stollens fortfliessende Wasser auch frisches Wetter mit sich bringt. Diese Wetter sind aber feucht. Oder β) durch eine eigene Maschine. Es sey auf dem Berge ABM ein Bach AB, der durch das Gerinne BC aufgefangen, und in die Trommel D geleitet wird. Aus dieser geht die Röhre EF, durch welche sich das Wasser in das untere Gefäß G stürzt. Dieses ist auf allen Seiten genau verschlossen, Tab. XXIV. Fig. 6.

nur sind unten in H löcher eingebohrt, durch welche das Wasser nach und nach herausfließt. Durch den Fall des Wassers wird die luft in dem obern Theil des Gefässes G in F gefangen, und durch lotten IKL vor Ort nach N gebracht. Eine dergleichen bey Annaberg angelegte Maschine treibt das Wasser auf 70 Ellen Höhe 638 lachter weit. γ) Und da **Hales** durch oft wiederholte Erfahrungen dargethan hat, daß nichts so geschwinde frische luft einführt, als Wasser, das in einen Staubregen aufgelöset herabfällt, so kan man auch in die Schachte Wasser durch ein durchlöchertes Gefäß herein fallen lassen. Dieses bringt am geschwindesten frische luft in die Gruben, und wird daher am bequemsten nach dem Schiessen angebracht, um die durch den Schwefeldampf verderbte luft durch frische zu ersetzen.

6) Endlich wird auch frisches Wetter durch **Feueröfen** und den dadurch erregten Zug der luft in die Gruben gebracht. Es wird nemlich unten in dem Schacht ein Ofen in CDEFGH gemauert, IK ist ein eiserner Rost, auf welchen das Holz gelegt und angezündet wird. Bey B ist das Aschenloch, in LM zieht der Rauch in die Höhe. In NI ist eine Röhre angebracht, die sich in die lotten NO endigt, und in A ein gemauerter Heerd. Durch die Hitze der luft in P wird das Gleichgewicht der innern und äussern luft gehoben.

Tab.XXIV. Fig. 7.

Dadurch

Dadurch entsteht ein Zug und doppelter Strom der Luft, wodurch das frische Wetter über LINO herein, und durch den Lotten vor Ort gebracht, die böse Wetter aber herausgeschafft werden. Ein solcher Ofen hat über dieses den Vortheil, daß viele schädliche Dämpfe durch das Feuer gänzlich zerstört werden. Die Lotten liegen allezeit in der Firste der Strecke.

§. 51.

Wie man die Schwaden herausschafft.

bb) Wir haben oben schon gezeigt, was schädlich böse Wetter oder Schwaden sind, dazu kommt noch, daß oft durch deren Entzündung der ganze Bau in Brand gesetzt werden kann. Dieses geschieht sehr oft bey Steinkohlenbergwerken, und werden dabey nicht nur die Gebäude verbrannt, sondern die Steinkohlen entzünden sich auch, daß man gezwungen ist, die Gruben zuzuwerfen, um den Brand zu ersticken. Es werden aber böse Wetter vertrieben, theils durch alle die Mittel, wodurch gutes Wetter in die Gruben gebracht wird, wobey man vorzüglich bey deren geschwinden Vertreibung auf das Wasser zu sehen hat, das in Form eines Staubregens in die Gruben gespritzt wird. Theils durch angezündetes Holz. Man bindet Reisholz zusammen, und läßt es an Ketten durch Hülfe der Haspeln in die Grube hinunter.

2. Die Befestigung der Gruben und unterirdischen Gebäude.

§. 52.

Auszimmerung mit Holz.

Die Schachte, Stollen und Strecken werden entweder mit Holz ausgezimmert, oder mit Steinen ausgemauert. Das erste ist das gebräuchlichste. a) Bey dem **Auszimmern** muß man aa) bey Absenkung eines Schachtes niemals bey lockern Gestein über 3 Ellen tief abteuffen, ohne so gleich eine verlohrne Verzimmerung zu machen, um das Eindringen des Gebürges zu hindern. Dieses geschieht so lange, bis man auf festes Gestein kommt, da denn die verlohrne Verzimmerung weggenommen, und alles ordentlich ausgezimmert wird; wobey in das feste Gestein **Bühnlöcher** eingemeisselt werden, um die Stempel darin zu befestigen. Die Einrichtung des Holzwerkes kann man in **Kerns** Bericht vom Bergbau nachsehen. bb) Bey der Befestigung und Verzimmerung der Stollen und Strecken, hat man hauptsächlich darauf zu sehen, daß 1) da, wo der Druck am stärksten ist, auch der stärkste Widerstand geschehe. 2) In Stollen wird der Anfang desselben mit Thürstöcken und einer Kappe versehen, auch Thüren eingehängt. Hernach wird die Zimmerung mit Stempeln und Spreißen fortgesetzt,

setzt, und die Stempel allezeit da am stärksten gemacht, wo der größte Druck ist 3) Das Eindringen des Gebürges von oben her wird mit vorgeschossenen Brettern abgehalten, und ist die Auszimmerung der Stollen mit der auf den Strecken einerley. 4) Bey sehr langen und breiten Strecken werden oft zur Befestigung der Firste, Pfeiler von dem Gestein selbst ausgehauen. Auch wird, wenn das Gestein sehr feste ist, die Firste oft in Form eines Gewölbes ausgehauen.

§. 53.

Ausmauern.

Weil Holzarbeit öftere Reparaturen bedarf, auch bey dem immer mehr einreissenden Holzmangel oft nicht in gehöriger Güte und Menge vorhanden ist, so hat man seit 1707 im Sächsischen angefangen, Schachten, Strecken und Stollen auszumauern *). Es ist dieses im Anfang kostbarer, aber auch viel dauerhafter. Die Firste wird dabey mit guten keilförmig ausgehauenen Bruchsteinen gewölbt, und im übrigen die Dicke der Mauern dem Druck proportionirlich gemacht. Die besonders zu beobachtenden Regeln, nebst der davon abhangenden Einrichtung der Mauern, findet man weitläuftiger in Kerns angeführtem Werk im 6 Capitel. Ueberhaupt muß

*) Kerns Bericht vom Bergbau, S. 131.

man die zum Ausmauern benöthigten Bruchsteine über Tage aussuchen, weil die in den Gruben gebrochene, wegen des Zerwitterns nicht viel taugen. Und weil zum Ausmauern Platz seyn muß, so müssen, wenn die Mauer fertig ist, die gebliebenen Oeffnungen mit Berg verstürzt werden, damit hinter den Mauern kein leerer Raum bleibe. Beym Vermauern der Strecken und Stollen durch Wölbbögen, müssen, wenn der Druck zu stark ist, über dieselben zu bessern Widerhalt noch besondere Spannbögen gemauert werden. Bey allen diesen Mauerwerken muß man aber wegen ihrer Kostbarkeit überhaupt darauf sehen, ob der auszumauernde Schacht oder Stollen absolut nothwendig sey oder nicht, um sich nicht unnöthige Kosten zu machen.

III. Die Bergmechanik, oder das Maschinenwesen.

§. 54.

Einleitung.

Alle Maschinen auf den Bergwerken können in drey Klassen getheilt werden. Sie schaffen 1) entweder etwas aus den Gruben und in dieselben. Oder 2) sie zerstossen etwas, oder 3) sie treiben die Blasebälge auf den Hütten. 1) Aus den Bergwerken wird a) das wil-

de

de Wasser herausgeschafft durch die Kunst. Aus den Gruben wird b) das gewonnene Erz herausgefördert, und das zum Grubenbau nöthige Zimmerholz und Steine herein gelassen durch **Haspeln** und **Göpel**. c) Endlich wird luft in die Schächte getrieben, durch die im 50 und 51 §. beschriebene Maschinen. Daher haben wir hier nur die zwey ersten Arten der Maschinen nachzuholen. 2) Das Zerstossen der Erze geschieht in den **Puchwerken**. Und 3) das Gebläse wird durch Wasserräder getrieben.

1. Maschinen, so etwas zu Tage schaffen.

§. 55.

Es wird Wasser zu Tage geschafft.

Die Kunst.

a) Das wilde Wasser in den Bergwerken hindert nicht nur den Grubenbau sehr, sondern wenn es sich häufig einfindet, und nicht geschwinde genug herausgeschafft wird, ersauft das ganze Bergwerk. Hierzu bedient man sich oft der **Püschelwerke**, deren Beschreibung wir oben in der Hydrotechnik §. 15 gegeben haben, oder bey grösserer Teuffe der Saugwerke, oder Wasserplumpen. Es werden zu dem Ende verschiedene Plumpen über einander gestellt, deren immer eine der andern das Wasser zuschafft, bis es zu Tage heraus geschafft wird. Alle diese Plumpen werden

aa) entweder durch ein **Wasserrad** getrieben, oder bb) durch **Windflügel**, oder cc) durchs **Feuer**, in den besonders auf Kohlenbergwerken gebräuchlichen **Feuermaschinen**, oder dd) durch **Thiere**. Werden sie aa) durch ein **Wasserrad** bewegt, so geschiehet dieses α) entweder vermittelst einer **Kurbel**, (**Krummzapfen**) oder β) durch ein **Kehrrad**, wodurch ein mit Zähnen versehenes Gatter in Bewegung gesetzt wird.

§. 56.

Die Kunst wird durch ein Wasserrad getrieben, und zwar durch eine Kurbel.

aa) Wenn die Wasserkunst durch ein **Wasserrad**, und zwar α) mit Hülfe einer Kurbel bewegt wird, so hängt dieses entweder **unmittelbar über** dem Kunstschacht, oder nicht Hängt es αα) unmittelbar über dem Kunstschacht, so haben wir 1) die **Einrichtung** der Wasserplumpen zu bestimmen. Eine Wasserplumpe mit dem dazu gehörigen Wassertroge (**Wasserkästel**) heißt ein **Kunstsatz**. Die seigere Höhe desselben darf nicht über 5 Lachter seyn. Eine solche Plumpe besteht aus zwey Haupttheilen. Der obere AB ist von gegossenem Eisen, und heißt die **Kolbenröhre**, in dieser bewegt sich der durchbohrte und wohlverlederte Kolben HI an der Kolbenstange auf und nieder. Das auf dem Kolben befindliche Leder heißt sein **Gelieder**. Der untere

Tab. XXIV. Fig. 8.

tere Theil BD heißt die **Saugröhre** oder **Ansteckeröhre**, diese ist von gutem kiefernen Holze. In E ist die Klappe oder das Ventil, welches das **Thürlein** oder **Stöckel** genennt wird. Die **Saugröhre** besteht aus drey Theilen, Der obere Theil BF heißt der **Stöckelkiel**, der mittlere FG der **Ansteckekiel**, und der untere GD, der im Wasser steht, der **Schlauch**. Jede dieser Pumpen steht in einem Wasserkästel, die unterste aber, die in dem tiefsten Wasser der Grube steht, ist mit einem Korbe von geflochtenen Weidenzweigen umgeben, um das Eindringen des Sandes und Schlammes zu verhindern.

2) Ihre **Bewegung**. Diese wird folgendergestalt erhalten. An der Welle des Wasserrades A, welches ein oberschlächtiges Rad ist, und in der ausgezimmerten Radstube B hängt, ist auf beyden Seiten eine starke eiserne Kurbel C. An dieser ist die sogenannte **Korbstange** DE befestigt, durch deren obere Oeffnung die Kurbel geht, diese ist durch eiserne Schienen an die **Kunststange** EF befestigt. Ist der Kunstschacht seht tief, und muß also die Kunststange aus einigen Stücken zusammengesetzt werden, so werden die verschiedenen Stücke auf folgende Art mit einander verbunden. Die oberste Stange QZ ist in ihrem untersten Theil XZ so ausgeschnitten, wie die Zeichnung weiset. Der obere Theil XW der untern Stange XR hat eben

Tab. XXV. Fig. 1.

solche Einschnitte, die genau in einander passen und in S gehen einige eiserne Schrauben durch, welche beide Theile scharf mit einander verbinden. An diesen Kunststangen sind über jeder Plumpe die kurzen Arme in G, welche durch zwey eiserne Bänder befestigt sind. An diesen Aermen sind die Kolbenstangen durch einen eisernen Bolzen befestigt. Die untere Plumpe steht in dem **Senkkorbe I**, auch müssen die Oeffnungen der oberen Schläuche mit Drathgittern versehen werden, damit nicht abspringende Spähne mit eindringen. Bey der Umdrehung der Kurbel wird das Wasser aus der grösten Teuffe in den ersten Sumpf, aus diesem durch die zweyte Plumpe in den zweyten Sumpf, und so weiter bis zu Tage gehoben. Damit man gewiß sey, daß die Hebung des Wassers ohne Unterbrechung fortgehe, so wird an die Korbstange ein kurzer Daumen befestigt, der bey jedem Hub einen Hammer bewegt, welcher auf eine hohle eiserne Röhre anschlägt. Hängt aber ßß) das Wasserrad nicht unmittelbar über der Grube, so ist es entweder sehr weit davon entfernt, und denn muß die Bewegung der Kurbel bis zum Kunstschacht durch ein **Feldgestänge** oder **Kunstgestänge** fortgesetzt werden. Ist die Entfernung aber geringe, so wird nur ein **Feldgeschleppe** angelegt. Soll ℵ) bey grosser Entfernung ein **Kunstgestänge** angelegt werden, so bemerken wir bey demselben zweyerley,

ley, erstlich die Art, wie die Bewegung von dem Wasserrade an bis zum Kunstschacht fortgesetzt, und zweytens, wie die Kunst selbst in Bewegung gesetzt wird. Das erste geschieht durch das Feld- oder Kunstgestänge. Dieses besteht 1) aus den in gewissen Weiten auf einander folgenden, auf Zapfen ruhenden Schwingen AK. Diese sind 2) durch die Zugstange AA und KK oben und unten mit einander verbunden. Die Zugstangen sind an den Schwingen durch ein Schloß befestigt, so daß sie sich um denselben frey bewegen können. 3) An der Welle des Wasserrades ist eine Kurbel B, an welcher die Korbstange BK, die hier horizontal liegt, in B fest ist. Auf der andern Seite in K ist sie unten mit der ersten Schwinge verbunden. 4) Die Schwingen liegen zwischen den parallelen Balken LM, welche die Stege heissen, und auf den Böcken D ruhen. So wie sich daher die Kurbel des Wasserrades hin und her bewegt, so zieht sie die mit ihr verbundene erste Schwinge auch hin und her. Und da diese mit allen folgenden durch die Zugstangen verbunden ist, so werden alle Schwingen in Bewegung gesetzt. Man hat dabey den Vortheil, daß man die Bewegung über Berg und Thal, auch seitwärts fortsetzen kan. Nur muß an jedem Ort, wo die Richtung sich ändert, eine Schwinge vorhanden seyn. Das

Tab. XXV. Fig. 2.

zweyte,

zweyte, nemlich die Bewegung der Kunst, wird durch das **Kunstkreuz** erhalten. Ueber dem Kunstschacht befindet sich ein Kreuz, welches aus den zwey Balken GE und FH, die unter einem rechten Winkel in einander gefügt sind, besteht. Dieses ruhet in der Mitte auf zwey in Pfannen liegenden Zapfen, und ist auf denselben leicht beweglich. An dem senkrechten Balken desselben FH sind in F und H die Zugstangen FA und HK der letzten Schwinge durch ein Schloß befestigt. An dem wagerechten Balken EG aber sind die in den Kunstschacht herunter gehende Kunststangen fest, durch deren Hülfe, wie vorhin gezeigt worden, die Plumpen in Bewegung gesetzt werden. Man siehet leicht, daß, wenn die letzte Schwinge sich hin und her bewegt, dem Balken FH des Kunstkreuzes eben die Bewegung müsse mitgetheilt werden, und daß sich daher GE wechselsweis auf und nieder bewegen müsse. Beyde Balken des Kunstkreuzes sind mehrerer Festigkeit wegen mit Bändern vereinigt. 2) Ist das Rad nicht sehr weit von der Grube entfernt, so wird nur ein **Feldgeschleppe** angelegt. Dieses ist vom Kunstgestänge darin unterschieden, daß die Schwingen nur durch eine Zugstange verbunden sind, die wechselsweise oben und unten an den Schwingen befestigt wird, auch sind die Feldgeschleppe mehrentheils niedriger, und üben nicht so viel Gewalt aus.

§. 57.

§. 57.

Durch ein Kehrrad.

Weil bey der Umdrehung der Kurbel die Korbstange mit der ersten Schwinge im hin- und herstossen nothwendig einen schiefen Winkel macht; bey einer schiefen Richtung aber allezeit ein Theil der Kraft verlohren geht (Naturl. §. 66.): so hat man diesem Fehler durch Anlegung eines Kehrrades, bey welchem der Stoß gerade geschieht, abzuhelfen gesucht. An der Welle des Wasserrades A befindet sich das Kehrrad **B**, welches oben mit vier Zähnen versehen, unten aber glatt ist. Dieses befindet sich in der Mitte des Gatters abcd, welches zwischen zwey Bäumen in Falzen beweglich ist, auch die Reibung zu vermindern auf Rollen gehen kan. In dem Gatter sind in dem hintern Theil oben in ef auch vier Zähne, und in dem vordern Theil unten eben so viel in ef. Indem sich die Welle des Wasserrades nebst dem daran befestigten Kehrrade herumdrehet, so greifen die Zähne des Kehrrades erst in die oberen Zähne des Gatters und schieben es vorwärts. So wie der letzte Zahn des Kehrrades oben von dem Gatter abgeht, greifen die Zähne desselben in die untern Zähne des Gatters, und ziehen es wieder zurück. In der Mitte H des Gatters ist die Zugstange HG fest. Diese ist durch ein

Tab. XXV. Fig. 3.

Schloß

Schloß mit dem untern Theil G des Kunstkreuzes DFEG verbunden, welches sich über dem Kunstschacht befindet. Durch das Hin- und Herziehen des Gatters wird daher das Kunstkreutz auch so bewegt, und der Arm DE geht auf und nieder. In D und E sind die Kunststangen befestigt, welche die Stempel der Plumpen heben. Man begreift leicht, daß auch diese Bewegung des Gatters in grosser Entfernung durch ein Kunstgestänge fortgesetzt werden kann.

§. 58.

Die Kunst wird durch Windflügel getrieben.

bb) Auf hohen Bergen kann man in Ermangelung des Wassers die Kunst durch Windflügel in Bewegung setzen. Da wir in der Hydrotechnik dergleichen Windmaschinen schon angegeben haben, so wollen wir uns hier mit deren Beschreibung nicht weitläuftig aufhalten. Man legt an die Windflügelwelle gemeiniglich ein Stirnrad an, welches unterwärts in ein Getriebe eingreift. An der Welle dieses Getriebes befindet sich eine Kurbel, an welcher entweder eine horizontale Zugstange fest ist, die das Kunstkreutz bewegt, oder es ist die Zugstange vertikal, und an dem Arm einer Welle befestigt, welche dadurch hin und her bewegt wird, wodurch die

an

an zwey andern Armen der Welle befindliche Kunststangen in Bewegung gesetzt werden. Solche Windmaschinen müssen, wie die steinernen Windmühlen, im Dache beweglich seyn, um die Flügel nach dem Winde zu stellen.

§. 59.

Die Kunst wird durchs Feuer bewegt.

cc) Oft setzt man, besonders bey Kohlenbergwerken, und wo die Feuerung leicht und wohlfeil zu haben ist, die Kunst durch eine Feuermaschine in Bewegung, welche ich hier nur kurz nach meinen eigenen Verbesserungen beschreiben will. Eine umständliche Beschreibung derselben werde ich einer besondern Abhandlung vorbehalten. Wir bemerken hier α) die **Einrichtung** der Maschine. Tab. XXVI. Fig. 5. Ein grosser kupferner Kessel ABC ist auf einem darunter befindlichen Ofen γδ eingemauert. Dieser Kessel ist zum Theil mit Wasser angefüllt, welches durch Hülfe des geheitzten Ofens beständig im Kochen erhalten wird. Ueber diesem Kessel befindet sich der messingene Stiefel ED, in welchem der massive Kolben F, der den Raum ganz verschließt, sich auf und nieder bewegen kann. Der Kessel ist mit der Kolbenröhre durch die engere Zwischenröhre BD verbunden. In Y ist ein Wasserbehältniß, aus welchem die mit einem Hahn versehene metallene Röhre ZA in den Kessel herein geht, und durch welche frisches Wasser in den-

selben gebracht werden kann. In Φ geht eine andere Röhre aus dem Kessel, die auch mit einem Hahn verschlossen werden kann, wodurch im Fall der Noth die gar zu sehr angehäuften Wasserdämpfe, welche den Kessel sprengen könnten, aus demselben herausgelassen werden können. In T ist ein ander Wasserbehältniß, aus welchem die Röhre VSX bey X in den Stiefel DE geht, um kalt Wasser herein spritzen zu können, wenn es nöthig ist. Diese Röhre ist durch den Hahn S verschlossen. In αβ befindet sich der Regulator. Dieses ist eine runde metallene Scheibe, die an dem Arm Qα befestigt ist, und durch dessen Umdrehung so gedrehet werden kann, daß sie die Verbindungsröhre DB wechselsweise öffnet und verschliesset. In GH befindet sich ein schwerer, bey I in Zapfen beweglicher Balancier-Balken, an dessen einem Ende in G die Kolbenstange, an dem andern in H aber die Kunststange befestigt ist. In M ist eine auf zwey Zapfen bewegliche Welle, die mit drey Armen in L, N und O versehen ist. An dem Arm L befindet sich eine Zugstange LK, die in K durch ein Schloß an einem schief an GH befestigten Arm KI fest sitzt. An dem Arm N befindet sich die Schiebestange NR, welche durch ein Gelenk mit dem Hebel RS verbunden ist, welcher durch den Ring S des daselbst befindlichen Hahnes geht, und denselben auf- und zuschliessen kann. Endlich ist an dem Arm

O die

O die Schiebestange OP, welche sich in P durch ein Gelenk mit dem Hebel PQ vereinigt, welcher durch den Ring Q des Arms Qα durchgeht, und dadurch den Regulator αβ bewegen, und durch dessen Hülfe die Verbindungsröhre DB öffnen und verschliessen kann. β) Die **Würkungsart.** Wenn der Kessel zum Theil mit Wasser gefüllt worden, und dieses durch Hülfe des in dem Ofen befindlichen Feuers zu kochen anfängt, so füllt sich der Kessel mit elastischen Wasserdämpfen. Werden diese bey Oeffnung des Regulators in den Stiefel DE gelassen, so heben sie den Kolben F in die Höhe, und mit ihm den Arm Gl des Balancier-Balkens. Daher sinkt der Arm Hl herunter. Wird nun der Hahn S geöffnet, so spritzt durch die Röhre VSX kaltes Wasser in den mit den Wasserdämpfen angefüllten Raum EX des Stiefels. In dem Augenblick verliehren die Wasserdämpfe ihre Schnellkraft und ziehen sich zusammen, daraus entsteht in FX ein leerer Raum. Die Schwere der Luft drückt daher den Stempel F und mit ihm den Arm Gl des Balancier-Balkens herunter, der Arm H steigt daher in die Höhe. Man erhält also dadurch eine wechselsweise auf- und niedersteigende Bewegung, wodurch alle Plumpen der Kunst getrieben werden. γ) Die Art, wie die Hähne in S und Q sich wechselsweise öffnen und verschliessen. Wenn der Dampf des kochen-

den Wassers den Stempel F nebst dem Arm Gl in die Höhe treibt, so bewegt sich auch der Nebenarm Kl in die Höhe. Die Zugstange KL hebt also den Arm L, und drehet die Welle M zum Theil um. Dadurch bewegt sich der Arm N rückwärts, und der Hebel RS öffnet den Hahn S. Eben diese Umdrehung der Welle stoßt den Arm O und also auch die Zugstange OP vorwärts, und der Hebel PQ verschließt durch die Umdrehung des Regulators die Oeffnung der Verbindungsröhre B. Es gehen also keine Dämpfe mehr durch dieselbe in den Stiefel ED. Hingegen spritzt bey X das kalte Wasser in die Kolbenröhre, nimmt den Dämpfen ihre Schnellkraft, und der Druck der Luft treibt den Stempel nebst den Armen Gl und Kl herunter. Indem der Arm Kl sich herunter bewegt, drehet sich die Welle M vorwärts, der Arm N wird auch vorwärts gestossen, und der Hebel RS verschließt den Hahn in S. Und da eben dadurch der untere Arm O nebst der Zugstange OP zurückgezogen wird, so öffnet sich der Regulator durch Hülfe des Hebels ZQ, und die Dämpfe treten wieder in den Stiefel.

Man pflegt neben dem Kunstschacht auch wohl ein Druckwerk anzulegen, welches durch eben den Balancier-Balken getrieben wird, wodurch das aus der Grube geförder-

te Wasser zu dem Behältnis T herauf gedruckt wird.

§. 60.

Die Kunst wird durch Thiere getrieben.

Wenn der Schacht nicht sehr tief ist, und es an Aufschlagewasser gebricht, so wird die Kunst dd) durch **Thiere** getrieben. Besonders bedient man sich hierzu der Pferde in den **Roßkünsten**, wie auf dem Kohlenbergwerk zu Wettin. Es wird an einer stehenden Welle oder Pfuhlbaum eine Deichsel befestigt, an welche ein auch mehr Pferde angeschirrt werden. An dieser Welle befindet sich ein sehr grosses horizontales Kammrad, welches in einen Trilling greift, an dessen Welle der krumme Zapfen ist, wodurch die Kunst in Bewegung gesetzt wird.

§. 61.

Es wird Erz gefördert. Die Haspel.

b) Es muß ausser dem Wasser, so in den Kunstschachten zu Tage geschafft wird, auch das gewonnene Erz gefördert werden. Dieses geschieht in den Förderschachten, durch welche auch Steine und Zimmerholz in die Grube geschafft werden kann. Ist der Förderschacht aa) nicht sehr tief, und die Menge des zu fördernden Erzes nicht sehr groß, so kann es durch eine **Haspel** herausgeschafft werden. Diese besteht aus einer horizontal liegenden

Tab. XXV. Fig. 4. Welle oder Rundbaum AB, die auf Zapfen oder Blaueleisen ruhet, die in den Haspelstützen CD beweglich, sind, und auf den Pfadeisen liegen. Diese stehen auf den Pfühlbäumen EF, über welche die Hängebank EE und FF liegt. Auf jeder Seite des Rundbaums ist eine Kurbel H, H, die das Haspelhorn genennet wird. Um diesen Rundbaum hängt das doppelte Seil, so in die Grube geht, davon das eine sich aufwickelt, wenn das andere sich abwickelt; an jeden derselben ist ein Kübel befestigt, welche dadurch auf- und abgewunden werden.

§. 62.

Treibschacht. Pferdegöpel.

Tab. XXV. Fig. 5. bb) Ist die Grube tief, und die Menge des zu fördernden Erzes groß, so wird ein **Treibschacht** angelegt, und hier kan das Erz entweder durch Pferde oder durch ein Kehrrad gefördert werden. Im ersten Fall heißt es ein **Pferdegöpel**, im zweyten ein **Wassergöpel**. Wird α) ein **Pferdegöpel** angelegt, so wird 1) ein rundes spitzes konisches Gebäude A erbauet, in welchem sich der Göpel befindet, an demselben wird das **Vorhaus** B angelegt, worin der Treibschacht ist. 2) Der Boden des Göpelgebäudes ee heißt der **Heerd**, in dessen Mitte ist die Vertiefung cgc, welche der

Kessel

Kessel genennt wird, ausgemauert. Mitten in derselben liegt ein grosser eichener Klotz g. In diesem Klotz ist die Pfanne, in welcher sich der Zapfen der senkrechten Welle bd, die der **Pfuhlbaum** heißt, bewegt. Oben an diesem Pfuhlbaum befindet sich der **Korb** a. Er besteht aus drey Scheiben, welche durch Stäbe, **Korbscharben**, verbunden sind. Um diesen Korb wickeln sich zwey Ketten oder **eiserne Seile**. Diese gehen über die Rollen (Scheiben) mm in dem Vorhause in den Treibschacht f dergestalt herunter, daß sie sich wechselsweise auf- und abwickeln, und indem der volle Kübel herauf geht, so geht der leere Kübel herunter. 3) Durch den Pfuhlbaum bd geht die Deichsel oder **Trift** pp, an welcher die Pferde angeschirrt werden, so den Göpel treiben. Gemeiniglich werden dazu vier Pferde gebraucht. So bald der mit Erz angefüllte Kübel herauf ist, stehen die Pferde stille, bis der Kübel ausgestürzt worden. Will man Holz und Steine in die Grube herablassen, so werden sie an die eisernen Seile befestigt, und fallen durch ihre eigene Schwere herunter. Weil aber schwere Körper mit beschleunigter Bewegung fallen (Naturl. §. 102.); so sieht man leicht, daß auch der Pfuhlbaum mit beschleunigter Bewegung herumgedrehet werde. Damit nun dieser durch die schnelle Reibung sich nicht erhitze, auch die in die Grube gelassene Sachen durch den

schnellen Fall nicht zerschmettert werden; so muß man suchen die Bewegung zu hemmen und aufzuhalten. Dieses geschieht durch den an die Trift gehängten schweren Klotz q, welcher der **Hund** genennt wird, und oft unten die Reibung zu vergrössern mit eisernen Stacheln versehen ist.

§. 63.

Wassergöpel.

β) Ist Aufschlagewasser genug vorhanden, so kan man mit geringern Kosten einen **Wassergöpel** anlegen. Hierzu wird

1) erfordert ein mit doppelten sich entgegen gesetzten Sack-Schaufeln versehenes oberschlächtiges Wasserrad, oder **Kehrrad**, abc. Um diesem Rade eine leichte Bewegung wechselsweise auf beyden Seiten zu verschaffen, so geht über das Wasserrad das breite Gerinne dt. Aus demselben gehen drey Nebengerinne heraus. Das vorne heraus gehende Nebengerinne e leitet das Wasser auf die Schaufeln b, und treibt das Wasserrad vorwärts. Das hintere Gerinne f leitet das Wasser auf die rückwärts gehende Schaufeln a, und bewegt das Rad rückwärts. Das dritte Nebengeringe g leitet das Wasser ganz von dem Rade ab, und ist der Freylauf. Alle diese Gerinne können durch die Schutzbretter o verschlossen werden, die an Ketten hangen, und durch die Hebel h, h, h in die Höhe gezogen wer-

Tab. XXVI. Fig. 1.

werden. Wird das Schutzbrett bey e aufgezogen, und die übrigen verschlossen, so bewegt sich das Kehrrad vorwärts. Wird das bey f geöffnet, so bewegt es sich rückwärts, und wenn die Schutzbretter bey e und f niedergelassen werden, so fällt gar kein Wasser in die Sackschaufeln, und das Rad steht stille. 2) Um die Welle dieses Wasserrades geht bey kk das doppelte eiserne Seil, wie bey den Pferdegöpeln, welches über die Scheiben ll in den Treibschacht herunter geht. 3) Weil aber das Wasserrad, wenn das Wasser gleich abgeschützet wird, des Schwunges wegen, nicht so gleich stille steht, und die Kübel daher im Herauffahren die Arbeiter beschädigen könnten; so wird an der Welle des Wasserrades das **Bremsrad** i angelegt, durch dessen schnelle Einklemmung das Triebwerk angehalten wird. Dieses Rad ist auf der Stirne glatt. Unter demselben befindet sich der Hebel mq, der in q an einem Bolzen beweglich ist. In m geht eine Kette zu dem über dem Bremsrade befindlichen zweyten Hebel mn, dessen Unterlage in q ist. In n ist eine Kette, wodurch dieser Hebel heruntergezogen werden kann, daß er dicht an das Bremsrad angedruckt wird. Weil aber der hintere Arm dieses Hebels dadurch in die Höhe geht, so hebt er durch die Kette mm den untern Hebel in die Höhe, und druckt ihn unterwärts an das Bremsrad. Zwischen beyden Hebeln eingeklemmet

steht es daher stille, und bringt auch das Wasserrad zur Ruhe. Eben dieses Einklemmen des Bremsrades ist auch beym Herunterlassen der Steine und Balken in die Grube nöthig, damit der Fall derselben gehemmet werde.

v. Löhneis *) giebt zwar auch Windgöpel an, die aber, so viel ich weiß, noch nirgend gebräuchlich sind.

2) Maschinen, so etwas zerstossen.

§. 64.

Puchwerke.

Das aus den Gruben geförderte Erz muß durch die **Puchwerke** zerstossen werden. Dazu wird dreyerley erfordert, erstlich ein Trog, worin das Erz zerstossen wird, zweytens muß das Erz nach und nach in den Trog fallen, und drittens müssen Stempel wechselsweise gehoben werden, wodurch das Erz zerstossen wird. Tab. XXVI. Fig. 2. 1) Der **Puchtrog** ACB ist von Holz, bey nassen Puchwerken ist er ziemlich tief. Er ist mit Puchlaschen versehen, um das Herausspringen des Erzes beym Puchen zu verhindern. Beym nassen Puchen wird über ST durch ein Gerinne Wasser hineingelassen, daher auch der Boden C alsdenn einiges Gefälle haben muß. Der Boden selbst ist

*) Bericht vom Bergwerke p. 61. Tab. 14.

ist von Stein oder von Eisen. Das eingelassene Wasser fließt bey geöffnetem **Vorsatzblech** in das Schoßgerinne, und von da aus durch verschiedene Schlammgruben. In diesem Troge wird das Erz durch Stempel zerstossen. 2) In IBHST ist ein schief gestellter vorne und oben offener Kasten, in welchen das Erz gestürzt wird. Um dieses nun nach und nach in den Puchtrog zu bringen, sind auf beyden Seiten die Hebel IB an dem schiefen Boden dieses Kastens fest. An der Daumenwelle ON ist ein einzelner Daumen P, welcher bey jedesmaliger Umdrehung derselben den Hebel bei I in die Höhe hebt und dadurch die schiefe Fläche erschüttert, wodurch das Erz in den Trog herunter getrieben wird. 3) Das Zerstossen geschieht durch die **Puchstempel** EF, zwischen welchen die **Puchleitungen** zu besserer Richtung der Stempel sich befinden. Unten in den Stempeln befinden sich die Pucheisen FG, welche die Gestalt eines Ambosses haben. Drey Puchstempel heissen ein Satz, und gemeiniglich machen drey Sätze ein vollständig Puchwerk aus. Die Puchstempel aber werden durch folgenden Mechanismum bewegt. An dem Wasserrade M befindet sich die Daumenwelle NO. An derselben sind die **Daumen**, Heber oder **Frösche** Q. An jedem Puchstempel ist ein Arm oder **Däumling** K. Indem sich nun die Welle samt dem Wasserrade dre-

het, greifen wechselsweise die Frösche in die Däumlinge, und heben dadurch die Puchstempel wechselsweise in die Höhe, die beym Herunterfallen durch die Pucheisen das Erz zerstossen.

Die Struktur der trockenen Puchwerke ist mit dieser einerley, nur daß kein Wasserabfluß dabey, und der Puchtrog nicht so tief ist.

Man hat bey diesem trockenen Pochen eine doppelte Absicht. Entweder es werden Erze, die nicht ins Wasser kommen dürfen, dadurch aufbereitet; dergleichen sind reichhaltige Geschicke, welche zart angeflogen sind oder in schwererer Gangart brechen, z. E. angeflogenes Silber auf Schiefer-Quarz und Hornstein, angeflogenes weiß und roth gülden Erz, zartes in Spath oder Hornstein eingesprengtes gewachsenes Silber u. s. w. Oder es sollen andere Erze von verschiedener Art zur Siebarbeit dadurch vorbereitet werden. Um beym trockenen Pochen das Erz klar und gleichförmig zu erhalten, wird es beständig in dem Troge mit einer Schaufel geschüret, das Klare durch ein Durchwurfsieb oder Rad geworfen, und was nicht durchfällt, von neuen in den Puchtrog geworfen und gepocht. Mit dieser Arbeit wird so lange fortgefahren, bis alle Erze zu gleichem Korne gebracht sind.

Auch werden oft geringhaltige Erze, besonders Bley und Kupfererze, trocken gepocht

und

und zur Siebarbeit vorbereitet. Diese werden aber nicht so klar gepocht. Man ist zufrieden, wenn sie die Grösse einer kleinen Haselnuß erhalten. Und die Siebe und Durchwürfe haben zu dem Ende grössere Löcher.

§. 65.

Grubenkleie.

Es findet sich ausser denen aufgeförderten Erzen auch noch **Grubenkleie**, welches mit gefördert wird. Es ist dieses ein grober Sand, der aus grössern und kleinern Stufen besteht, die bey Gewinnung der Erze auf den Gängen losspringen oder sich abbröckeln, unter welchen oft ganz gute Erzgräupchen sind. Diese werden nicht weiter gepocht, sondern nur durch weite Siebe oder Räder gerädelt; was zurückbleibt, wird ausgestürzt, das übrige durch noch feinere Siebe gesiebet und so aufbehalten. Die gröbere Art wird im Wasser abgespült und auf die **Klaubebank** gestürzt, wo sie durch die **Klaubejungen** ausgeklaubet werden.

3) Maschinen zum Gebläse auf den Hütten.

§. 66.

Ueberhaupt.

Die Maschinen, welche das Gebläse bey den Schmelz und Trieböfen bewegen, sind von zweyerley Art. Sie bewegen die Blase-

bäl-

bälge entweder durch eine **Kurbel**, oder durch eine **Daumenwelle**. Die Blasebälge sind auch von zwiefacher Art, entweder **von Leder**, oder ganz **von Holz**.

§. 67.

Das Gebläse wird durch eine Kurbel getrieben.

a) Zum Gebläse wird zweyerley erfordert. Einmahl eine wechselsweise Bewegung, damit die Blasebälge auf und nieder gehen, und zweytens muß, um den Trieb der Luft in den Oefen in einem Zuge zu unterhalten, der eine Blasebalg zu eben der Zeit in die Höhe gehoben werden, in welcher der andere sich herunter bewegt. Soll dieses durch eine Kurbel geschehen; so wird an der Welle des Wasserrades A eine Kurbel B befestigt, an welcher sich die Lenkstange BC befindet. Diese ist an dem Arm CF der horizontal auf Zapfen liegenden Welle DE fest. An dieser Welle befinden sich zwey Arme GH und KI in entgegengesetzter Richtung. An GH ist eine Stange oder Kette HM befindlich, die an dem Griff des ersten Blasebalges befestigt ist. An dem entgegengesetzten Arm KI ist eben so eine Stange oder Kette KN an dem Ende des Hebels NL, der in L mit dem zweyten Blasebalge verbunden ist. Bewegt sich die Kurbel in die Höhe, so geht der Arm GH herunter, und der Blasebalg M wird niedergedrückt, und zu gleicher Zeit geht der

Tab. XXVI. Fig. 3.

Arm

Arm Kl in die Höhe, und der Blasebalg L wird aufgezogen. Beym Heruntergehen der Welle geschieht das Gegentheil, der Blasebalg M wird herauf, und L herunter getrieben.

§. 68.

Das Gebläse wird durch eine Daumenwelle getrieben.

b) Man kann eben dieses durch eine Daumenwelle erhalten. Es ist AB ein in C beweglicher Hebel, dessen langer Arm CB dicker und ungleich schwerer ist, als der kurze Arm AC. An diesem kurzen Arm ist eine Kette befestigt, die mit dem untern Ende an dem Arm l des Blasebalges K fest ist. Eben diese Kette geht von l herunter an den kurzen Arm DF des in F beweglichen Hebels DE. In L ist ein Wasserrad, an dessen Welle sich die Däume oder Heber H befinden. Indem sich die Welle umdreht, so hebt der Daumen H den Arm FE des Hebels DE in die Höhe. Daher geht der andere Arm DF herunter, und zieht den Deckel l des Blasebalges mit sich herunter, und da dieses in A an dem kurzen Arm AC des obern Hebels durch eine Kette befestigt ist, so wird auch AC herunter gezogen, und BC gehoben. So bald der Daumen H von dem Hebel DE wieder bey weiterer Umdrehung abgeht; so sinkt der Arm BC vermöge seiner eigenen Schwere wieder herunter,

Tab. XXVI. Fig. 4.

unter, AC geht in die Höhe, und der Deckel des Blasebalges wird durch die Kette AI in die Höhe gezogen, bis der folgende Daumen der Daumenwelle wieder eingreift und ihn wieder herunter zieht. Eben diese Daumenwelle bewegt zu gleicher Zeit den zweyten Blasebalg, doch so, daß der erste steigt, wenn der andere herunter geht.

§. 69.

Hölzerne Blasebälge.

Da bey sehr grossen Blasebälgen eine sehr grosse Menge Luft zusammengedrückt wird, so werden die ledernen Blasebälge bald zerrissen. Man ist daher darauf gefallen, hölzerne Blasebälge zu verfertigen. Diese bestehen
Tab. VIII. Fig. 1. aus einem hölzernen Kasten DFE, der oben offen, hinten nach einem Bogenstück gerundet und vorne enger ist. In F ist die Klappe, wodurch die Luft hinein gelassen wird. Ueber diesem befindet sich der Kasten ABC, dessen Seiten über den untern Kasten hervorragen und sich leicht über denenselben bewegen lassen, dieser hat in C ein Charnier. Er wird durch das obere Kreutz GH in die Höhe gehoben, und durch die Kette des untern Kreutzes NO herunter gezogen. Das Rad L und die Daumenwelle M sind wie im vorigen Paragraph.

Zusätze

zur

Optik.

2 0 1 1 2

Allgemeine Zusätze.

§. 1.

Allgemeiner Begriff der Optik.

Die Optik ist eine Wissenschaft, die Eigenschaften und Veränderungen des Lichts auszumessen.

§. 2.

Anmerkung.

Da das Licht ein feiner flüßiger Körper ist, der von unsern Sinnen ohne Bewegung nicht würde empfunden werden; so muß man die vornehmsten Eigenschaften und Veränderungen desselben aus dessen Bewegung herleiten. Da nun die Bewegung des Lichts aus den allgemeinen Gesetzen der Bewegung erklärt werden muß; so begreift man, warum die Optik nach der Mechanik vorgetragen werde.

§. 3.

Allgemeine Eintheilung der Optik.

Das Licht ist dasjenige Wesen, welches uns die körperlichen Dinge sichtbar macht.

Wollen wir davon, so viel möglich, deutliche Begriffe haben, so müssen wir die Lehre vom Sehen untersuchen. Dazu wird erfordert, daß uns das Werkzeug des Gesichts sowohl als die allgemeinen Eigenschaften des Lichts bekannt sey. Dieses wird in dem ersten Theil der Optik vorgetragen, der auch insbesondere die **Optik** heißt. Da aber die Lage, scheinbare Entfernung und Grösse der Körper sehr geändert wird, wenn das Licht entweder von undurchsichtigen Oberflächen zurückgeworfen oder von durchsichtigen Körpern in seiner Richtung geändert wird; so entstehen daraus zwey Nebenwissenschaften: die **Catoptrik**, in welcher die Veränderungen des Lichts, die durch die Reflexion entstehen, betrachtet werden, und gezeigt wird, wie dadurch Bilder der Objekte formirt werden, und die **Dioptrik**, welche die Brechung der Strahlen in durchsichtigen Körpern betrachtet, und zeigt, wie die Bilder durch diese Brechung entstehen.

§. 4.

Entwurf der Optik.

In der Optik wird vorgetragen

1) Die Lehre vom Sehen überhaupt; besondere **Optik**, dazu gehört
   a) Das Werkzeug des Gesichts, das Auge.
   b) Die allgemeinen Eigenschaften des Lichts. Hierbey kommt vor
      aa) All-

aa) Allgemeines Gesetz der Bewegung des Lichts in geraden Linien.
bb) Die daraus folgende Lehre vom Schatten.
cc) Die Lehre von den Farben.
dd) Die Bestimmung der scheinbaren Grösse, worunter wir die Körper sehen.

2) Von der scheinbaren Veränderung sichtbarer Dinge durch die Reflexion: **Catoptrik.**

Hier wird betrachtet
a) Die Lehre von Spiegeln überhaupt.
Dazu gehört
aa) Begriff des Bildes.
bb) Begriff des Spiegels.
cc) Eintheilung der Spiegel, in
α) platte,
β) krumme,
1) erhabene,
2) Hohlspiegel,
3) zusammengesetzte,
αα) aus geraden und erhabenen,
א) cylindrische,
ב) konische,
ββ) aus hohlen und erhabenen.

b) Wie durch die Reflexion sichtbare Objekte verändert werden.
aa) Gesetz der Reflexion.

bb) Gesetz vom Orte des Bildes.
cc) Dessen Anwendung
α) auf platte Spiegel,
β) auf Hohlspiegel. Hier bemerken wir
αα) den allgemeinen Grund,
ββ) dessen Anwendung:
1) Wenn sich das Objekt zwischen dem Brennpunkt und der Oberfläche des Spiegels befindet.
2) Wenn es weiter als der Brennpunkt von dem Spiegel entfernt ist.
3) Wenn es sich im Brennpunkt befindet.
γ) Auf erhabene Spiegel.
αα) Allgemeiner Grund.
ββ) Dessen Anwendung.
dd) Zufällige Eigenschaften der Spiegel.
1) Daß die geraden Spiegel in der Zusammensetzung brennen.
2) Daß die geraden Spiegel in der Zusammensetzung die Objekte vervielfältigen.
3) Daß die Hohlspiegel brennen.
4) Daß erhabene Spiegel die Strahlen zerstreuen.

3) Von der scheinbaren Veränderung sichtbarer Dinge durch die Brechung des Lichts. **Dioptrik.** Hierbey bemerken wir

a) Das

a) Das Gesetz der Grösse der Brechung der Strahlen.

aa) Der Strahl wird beym Eingange in einen dichteren Körper gegen den Perpendikul, beym Ausgange aus demselben aber von ihm weggebrochen.

bb) Dieses geschieht im Glase fast um $\frac{1}{3}$, im Wasser um $\frac{1}{4}$ des Inclinationswinkels.

b) Bestimmung der Bilder durch die gebrochenen Strahlen.

aa) Allgemeines Gesetz: das Bild der Sache wird da gesehen, wo der Perpendikulair-Strahl sich mit den verlängerten gebrochenen Strahlen vereinigt.

bb) Anwendung desselben

α) In Hohlgläsern. Wobey wieder bestimmt wird

αα) Die allgemeine Eigenschaft der Hohlgläser, daß sie die Strahlen zerstreuen.

ββ) Dessen Anwendung auf die Bilder der Sachen.

β) In erhabenen Gläsern, wobey wir wieder merken

αα) Die allgemeine Eigenschaft, daß die erhabenen Gläser die Strahlen vereinigen.

ββ) Die Anwendung derselben,

1) Wenn das Objekt zwischen dem Brennpunkt und dem Auge ist.

2) Wenn das Objekt weiter als der Brennpunkt vom Glase entfernt ist. Wobey es weiter bestimmt wird, nachdem das Objekt sich nahe am Brennpunkt befindet, oder weit von demselben entfernt ist.

3) Wenn das Objekt sich im Brennpunkt befindet.

γ) In vieleckten Gläsern.

cc) Instrumente, so daraus erklärt werden können.

1) Einfaches Microscopium.
2) Einfache Camera obscura.
3) Einfache Laterna magica.
4) Laterna magica mit 2 Gläsern.
5) Sonnenmicroscopium.
6) Camera obscura composita.
7) Astronomisches Fernglas.
8) Galiläanisches Fernglas.
9) Muschenbroekisches Vergrösserungsglas.
10) Tubus terrestris mit 4 Gläsern.
11) Reflectirendes Teloscopium.
12) Dollandtische Ferngläser.

Besondere Zusätze.

I. Zur Optik.

1) Vom Sehen überhaupt.

§. 5.

Structur des Auges.

Die ganze Structur des Auges kommt auf drey Stücke an. Man findet in demselben 1) **Häute**, welche gewisse Höhlungen bilden, 2) **Feuchtigkeiten**, welche diese Höhlungen anfüllen, und 3) einen besondern linsenförmigen durchsichtigen Körper.

Die Häute des Auges nehmen ihren Ursprung insgesamt vom Sehenerven. Dieser besteht, wie alle Nerven des Körpers, aus einem weichen markigten Wesen, welches die Verlängerung des Hirnmarks ist, und aus zwey Häuten, welche Fortsetzungen der zwey Hirnhäute (dura und pia mater) sind. Beyde Häute legt der Nerve an dem Ort ab, wo die Empfindung geschehen soll. Die erste Haut dehnt sich da, wo er in die knöcherne Augenhöhle eindringt, in eine hohle Kugel aus, welche in dem vorderen Theil erhabener und durchsichtig wird. In dem hintern Theil heißt sie die **harte Haut** (sclerotica), in dem vorderen durchsichtigen die **Hornhaut** (cornea). Die zweyte Haut breitet sich unter dieser aus, und heißt die

Aderhaut (choroidea). Diese besteht, wie die zweyte Hornhaut, deren Fortsetzung sie ist, aus lauter Blutgefässen, ist in ihrer inneren Fläche völlig schwarz, in dem vorderen Theile wird sie flacher und farbigt. Sie besteht aus zwey Blättchen, wovon das obere in dem flachen Theile das **Regenbogenhäutchen** (Iris), das untere und innere aber die **farbigte Haut** (Uvea) heißt. Die Farbe des Regenbogenhäutchens ist verschieden, und giebt dem ganzen Auge den Namen dieser Farben. Ist sie bläulich, so heißt das Auge ein blaues Auge. In der Mitte dieser Haut ist eine runde Oeffnung, welche man den **Stern** (pupilla) zu nennen pflegt. Der markigte Theil des Nerven breitet sich über dem Aderhäutlein aus, und heißt die **netzförmige Haut** (Retina). Hinter dem Stern befindet sich ein durchsichtiger linsenförmiger Körper (Lens crystallina), den die Alten mit unter die Feuchtigkeiten zu rechnen pflegten. Dieser besteht aus einigen durchsichtigen übereinander liegenden Häuten, zwischen welchen sich eine höchst durchsichtige Feuchtigkeit befindet. Er liegt in einer Höhle der gleich zu beschreibenden gläsernen Feuchtigkeit, und ist in eine besondere, starke, aber durchsichtige Haut oder Kapsel eingefaßt, welche an den Ligamentis ciliaribus befestigt ist, welches dünne Fäden sind, welche da entstehen, wo die harte Haut sich mit der farbigten vereinigt,

und

und sich endlich in der Kapsel der Linse endigen. In der Höhle zwischen der Retina und Linse befindet sich die **gläserne Feuchtigkeit** (humor vitreus). Dieses ist ein zeltigtes Gewebe, so aus vollkommen durchsichtigen Häuten besteht, die in ihren Zellen mit einer durchsichtigen wäßrichen Feuchtigkeit versehen sind. Die Höhle zwischen der Linse und der Hornhaut ist mit der **wäßrichen Feuchtigkeit** (humor aqueus) angefüllt. Diese ist ein durchsichtiges klares Wasser. Die Höhle selbst wird durch die farbigte Haut in zwey Kammern getheilt, welche vermittelst des Sternes mit einander Gemeinschaft haben. Der Stern aber kan durch Hülfe gewisser Fäserchen erweitert und verengert werden.

§. 6.

Wie das Sehen geschieht.

Die aus den sichtbaren Dingen ausfliessende Strahlen werden in der wäßrichen Feuchtigkeit gebrochen, dringen durch den Stern in das Auge, wo sie von der Linse noch stärker gebrochen werden, und daher hinter derselben sich wieder vereinigen und ein Bild des sichtbaren Vorwurfs darstellen. Fällt dieses Bild unmittelbar auf die Retina, so wird es von derselben empfunden. Und diese Empfindung nennen wir das Sehen.

§. 7.

§. 7.

Nahes und fernes Gesicht.

Die Erfahrung lehrt, daß ein völlig gesundes Auge, sowohl in der Nähe, als in der Ferne die Objekte deutlich unterscheidet, daß nicht wenige Menschen nur blos in der Nähe deutlich sehen, und andere, besonders alte Leute, die aber in der Jugend ein scharf Gesicht gehabt haben, nur entfernte Dinge deutlich unterscheiden. Der Grund dieser Begebenheit ist folgender: Das Bild eines entfernten Objekts ist nahe hinter der Linse, wie dieses in der Dioptrik soll erwiesen werden. Das Bild einer nahen Sache aber ist von der Linse weiter entfernt. Soll daher in beyden Fällen das Bild des Objekts auf die Retina fallen, so muß die Linse sich der Retina bald mehr bald weniger nähern. Dieses geschieht hauptsächlich durch die vier geraden und zwey schiefen Augenmuskeln. Indem die vier geraden Muskeln zugleich würken, wird das Auge zurückgezogen, die Achse desselben wird kleiner, und das ganze Auge kürzer. Muß nicht auch daher die Linse näher an die Retina gerückt werden? Würken aber die zwey schiefen Augenmuskeln, so wird das Auge von obenher gedruckt, folglich länger und schmaler, und die Linse muß sich von der Retina weiter entfernen. Hieraus sieht man leicht ein, daß die

vier

vier geraden Augenmuskeln würken müssen, wenn man entfernte Objekte deutlich sehen will, da die zwey schiefen das Auge bey deutlicher Erblickung naher Vorwürfe zusammendrücken. Auch die ductus ciliares sollen nach der Meinung des **Boerhaave** und anderer hierzu etwas beytragen, welches aber nicht wohl möglich ist. Im übrigen ist es gewiß, daß auch die verschiedene Erhabenheit der Hornhaut, ja vielleicht des linsenförmigen Körpers selbst, nicht wenig dazu beytrage. Ist die Hornhaut sehr flach, so fallen die Bilder weiter hinter dieselbe: so wie sie ihr näher sind, wenn sie mehr erhaben ist.

Daraus läßt sich die Ursache der Kurzsichtigkeit leicht bestimmen. Ist die Linse so gewöhnt, daß sie sich weit von der Retina befindet, so können keine andere Objekte deutlich werden, als die, deren Bild weit hinter der Linse ist. Dieses sind aber nahe Objekte. Folglich wird nichts deutlich gesehen, als was dem Auge nahe ist. Steht die Linse zu nahe an der Retina, so ist nichts deutlich, als das, was einen kurzen Focum hat, und wo das Bild also kurz hinter der Linse ist. Da sich nun von entfernten Objekten das Bild nahe an der Linse befindet, so müssen nur die entfernten Objekte deutlich seyn. Eben so müssen die Bilder entfernter

Sachen bey flacher Hornhaut deutlich seyn, die Bilder naher Sachen aber müssen deutlicher seyn, wenn die Hornhaut erhaben ist. Denn bey entfernten Sachen ist der Focus zu kurz, und wird bey flacher Hornhaut erst gehörig verlängert. Ist aber die Hornhaut erhaben, so wird der Focus zu kurz. Bey nahen Dingen ist der Focus für sich schon lang, und wird durch die flache Hornhaut zu weit verlängert, das ist, undeutlich. Durch eine erhabene Hornhaut aber wird er kürzer und daher das Bild auf die Retina gebracht.

§. 8.

Wie beyden zu helfen.

Es wird unten in der Dioptrik dargethan werden, daß die Hohlgläser die Strahlen zerstreuen, die erhabenen aber zusammenbringen. Ist daher die Entfernung des Bildes hinter der Linse zu klein, so wird sie durch ein Hohlglas verlängert. Daher bedienen sich Kurzsichtige bey Betrachtung entfernter Objekte dererselben. Ist die Entfernung des Bildes hinter der Linse zu groß, so wird sie durch erhabene Gläser kürzer. Und diese werden daher von Fernsichtigen bey Beobachtung naher Objekte gebraucht.

2) Von den Farben.

§. 9.

Meinung des Boyle, Cartesius, und anderer von denen Farben.

Boyle glaubte, die Farben entstünden aus der Vermischung des Lichts mit dem Schatten. Ist seiner Meinung nach die Oberfläche des Körpers so beschaffen, daß wenig Licht von ihr in einem gewissen Raum reflektiret wird, so hat sie viel Schatten, und ihre Farbe ist dunkel. Das Gegentheil geschieht bey hellen Farben. **Cartesius** stellte sich das Licht als eine Reihe kleiner elastischer Kugeln vor, die sich alle um ihre Achse dreheten. War diese umdrehende Bewegung schnell, so war die Empfindung stark, welche wir davon im Auge hatten, daß heißt, die Farbe war lebhaft. **Malebranche** verwandelte diese Kügelchen in Wirbel einer sehr feinen Materie, deren wirbelnde Bewegung wir im Auge empfinden solten.

§. 10.

Die Farben sind nicht im Körper, sondern Eigenschaften des Lichts.

Die Erfahrung lehrt, daß, wenn man den Sonnenstrahl in einem verdunkelten Zimmer durch ein dreyecktes gläsernes Prisma fallen läßt, beym Durchgang durchs Prisma Farben entstehen, die sich auf einer ent-

entgegengesetzten weissen Wand sehr deutlich darstellen. Sondert man diese von einander ab, dergestalt, daß man das Licht von einer Farbe z. E. das rothe Licht besonders auffängt, so werden alle Körper in diesem Lichte roth aussehen, sie mögen sonst eine Farbe haben, welche sie wollen. Dieses geschieht mit einer jeden von den ursprünglichen Farben: wäre nun die Farbe im Körper, so könnte sie nicht von dem darauf fallenden Licht geändert werden.

§. 11.

Anmerkung.

Man muß hierbey den vierfachen Gebrauch des Worts **Farbe** bemerken. 1) Eigentlich heißt Farbe nichts als eine gewisse Eigenschaft des Lichts, die wir im Auge empfinden. Wir haben z. E. eine andere Empfindung im Auge, wenn der Strahl in dasselbe fällt, den wir den rothen nennen, als wenn dieses vom blauen und violetten geschieht. 2) Die Empfindung im Auge selbst nennen wir auch **Farbe**. So sehen wir an dem von dem Ansehen der Sonne im Auge entstehenden Fleck Farben, ohngeachtet wir das Auge schliessen, oder im Dunkeln sind. Man nennt aber auch 3) die Fähigkeit des Körpers, dieses oder jenes Licht zu reflectiren, oder durchzulassen, die **Farbe des Körpers**. Endlich 4) nennen wir auch gewisse Materien, womit

womit die Körper überstrichen werden, um gewisse Arten des lichts zu reflektiren, Farben. So ist der Zinnober und Karmin eine rothe Farbe. Die zwey letzten Arten der Farben heissen nur uneigentlich so.

§. 12.

Grund der Farben.

Die Farbe ist eigentlich eine Eigenschaft des lichts, die wir im Auge empfinden. (§. 11.) Da nun die Empfindung von der Würkung abhängt, die Würkung aber von der verschiedenen Gewalt bestimmt wird, so muß die Gewalt, mit welcher das Licht in das Auge würkt, verschieden seyn. Da die rothe Farbe die helleste unter allen einfachen Farben ist, so müssen die rothen Strahlen die grösseste Gewalt besitzen, und die violetten, als die dunkelsten, müssen sich mit der geringsten Gewalt bewegen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die verschiedene Gewalt in der verschiedenen Geschwindigkeit der Lichtstrahlen bestehe. (S. meinen Versuch einer nähern Erklärung der Farben S. 33. u. f.). Die rothen Strahlen werden sich daher am geschwindesten bewegen, die violetten am langsamsten. Daraus läßt sich begreifen, warum die rothen am wenigsten, die violetten aber am stärksten gebrochen werden.

§. 13.

Es sind nur sieben Hauptfarben.

Läßt man den Lichtstrahl in einem verfinsterten Zimmer, auf gehörige Art durch ein dreyecktes gläsernes Prisma fallen, so erhält man an der gegenüberstehenden Wand eine länglichte gefärbte Erscheinung, die aus sieben in einander geschobenen gefärbten Cirkeln besteht. Der untere ist roth, darauf folgt orange, citronengelb, grün, hellblau, dunkelblau, und violet. Alle diese gefärbte Cirkel lassen sich leicht von einander absondern, aber nie in ihrer Farbe ändern. (S. Newtons Optice p. 18. imgleichen meine Erste Gründe der Naturl. 2 Th. p. 395.). Man lasse den rothen Strahl durch ein Brennglas, und zugleich durch ein oder mehrere Glasprismata gehen, man lasse ihn von verschiedenen gefärbten oder nicht gefärbten Körpern reflectiren, er wird seine Farbe beständig behalten. Dieses geschieht mit einem jeden dieser farbigten Strahlen. Alle übrige Farben entstehen daher aus der verschiedenen Vermischung dieser Hauptfarben.

§. 14.

Schwarz und weiß sind keine wahre Farben.

Die Erfahrung lehrt, daß die Beraubung des Lichts in uns denjenigen Begriff hervorbringe, den wir von dem Schwarzen haben

haben. Der Schatten ist daher schwarz, die Nacht ist schwarz, tiefe Löcher scheinen schwarz zu seyn. Alles dasjenige ist also schwarz, was wenig oder gar keine Lichtstrahlen in unser Auge bringt. Und schwarz ist daher keine Farbe, sondern nur etwas negatives.

Wenn man die Farben des Prismatis mit einem Brennglase auffängt, so werden sie wie alle andere Lichtstrahlen gebrochen, und in einem Brennpunkt gebracht. Hält man in diesem Punkt ein Papier, so verschwinden in demselben alle Farben, und der Punkt ist weiß. Hinter dem Brennpunkt aber kommen alle Farben, obgleich verkehrt, wieder zum Vorschein. Daraus schliessen wir, daß die weiße Farbe keine besondere Farbe sey, sondern aus der Vermischung aller übrigen Farben entstehe.

§. 15.

Licht, das auf dünne Scheiben fällt.

Wenn man das licht auf sehr dünne Scheibchen von Luft oder Wasser fallen läßt, so geht da, wo das Scheibchen im Glase nur $\frac{1}{13}$ eines Milliontheilchens vom Zoll dicke ist, alles licht durch, und man siehet daher unten einen weissen, oben einen schwarzen Fleck (§. 14.). In der Dicke von $1\frac{11}{20}$ wird das blaue licht reflectirt, das rothe aber durchgelassen. In der Dicke von $4\frac{3}{5}$ wird das gelbe

Licht reflektirt, und das violette Licht durchgelassen. Und endlich in der Dicke von $5\frac{4}{5}$ wird das rothe Licht reflektirt und das blaue durchgelassen. Wir schliessen daher, daß das Licht nach der verschiedenen Dicke der durchsichtigen Scheibchen, worauf es fällt, verschiedene Farben verursache.

§. 16.

Ursache der Farben der Körper.

Die Ursache der verschiedenen Farben, worunter wir die Körper sehen, muß daher in der verschiedenen Dicke der Scheibchen gesucht werden, woraus die Körper bestehen. Ist die Dicke der Scheibchen eines Körpers, der gleiche Dichtigkeit mit dem Glase hat, $1\frac{11}{20}$, so werden bloß die blauen Strahlen von demselben reflektirt, die übrigen gehen durch, und der Körper sieht daher blau aus. So ist es mit der rothen und andern Farben beschaffen. Wir sehen daraus ein, wie die Farbe eines Körpers durch Scharfe und fressende Liquores könne verändert werden, ohngeachtet diese Liquores nicht gefärbt sind.

II. Zur Catoptrik.

1) Von den Spiegeln überhaupt.

§. 17.

Das Bild.

Wir empfinden die Objekte durch Hülfe der lichtstrahlen, die von denselben in unser Auge gelangen, und in demselben ein Bild formiren. So oft die Strahlen auf einerley Art in das Auge fallen, so oft wird das Bild im Auge auf einerley Art gemacht, und wir haben daher von dem sichtbaren Objekt einerley Empfindung, wenn nemlich die Beschaffenheit des Auges beständig einerley bleibt. Wenn die Strahlen von einem gewissen Punkt auf eben die Art in unser Auge gebracht werden, als sie von dem Objekt selbst würden ins Auge gebracht worden seyn, so formirt sich das Bild des Objekts in unserm Auge auf eben die Art, als wenn das Objekt sich in diesem Punkt befände, und wir sehen daher das Objekt in diesem Punkt. Und wenn wir aus andern Umständen überzeugt sind, daß sich das Objekt selbst in diesem Punkt nicht befinde; so sagen wir, es sey daselbst das **Bild** desselben anzutreffen. Das Bild ist daher alles dasjenige, von welchem die Strahlen eben so ausfliessen oder auszufliessen scheinen, als von dem Objekt selbst. Es sey M das Objekt, aus welchem Tab. VIII. Fig. 2.

die Strahlen Mm und MD ausfliessen. Diese fallen auf die Fläche AB, und werden von derselben in der Richtung MC und DF ins Auge gebracht. Eben dieses würde geschehen seyn, wenn sich das Objekt in m befunden hätte. Die Strahlen MC und DF scheinen uns also aus dem Punkte m zu kommen. Sie fallen auf eben die Art in unser Auge, als dieses würde geschehen seyn, wenn sie würklich aus m ausgeflossen wären. Sie formiren das Bild auf der Retina auf eben die Weise. Wir sagen daher, es befinde sich in m das Bild des Objekts M.

§. 18.

Der Spiegel.

Die Erfahrung lehrt, daß die Körper die von den sichtbaren Gegenständen ausfliessende Strahlen auf eine doppelte Art reflektiren. Entweder geschieht dieses so, daß wir dadurch Begriffe von den Gegenständen bekommen, deren Strahlen von der reflektirenden Fläche zurückgeworfen werden; oder nicht. Im ersten Fall sagen wir, die Oberfläche spiegele. Da nun die Objekte, die wir durch die Reflexion empfinden, nicht selbst auf der reflektirenden Oberfläche befindlich sind, so müssen es die Bilder derselben seyn. Ein solcher Körper, der durch die Reflexion der Strahlen deutliche Bilder der

davor

davor stehenden Objekte darstellt, heißt ein **Spiegel**. Weil zu einem Bilde erfordert wird, daß die Strahlen eben so in unser Auge gelangen, wie sie aus dem Objekt selbst würden in das Auge gefallen seyn (§. 17.); so müssen die meisten Strahlen von der Oberfläche zurückgeschlagen werden, und nur sehr wenige verlohren gehen. Der Spiegel muß daher eine so viel als möglich glatte und undurchsichtige Oberfläche haben.

2) Zeichnung der Bilder bey den Spiegeln.

a) Gesetz der Spiegel.

§. 19.

Ort des Bildes.

Da die Erfahrung lehrt, daß die aus einem Punkt ausfahrende Strahlen divergiren, so haben wir uns schon dergestalt durch das übereinstimmende Zeugniß der übrigen Sinnen zu denken gewöhnt, daß wenn zwey divergirende Strahlen in unser Auge fallen, wir den Punkt, aus welchem sie fliessen, da sehen, wo sich die Strahlen durchschneiden. Man nehme daher an, es sey M ein sichtbares Objekt, aus welchem der Strahl Mm, welcher perpendikulair ist, und MD ausfliessen, die in F und C reflektirt werden, und daher divergirend in unser Auge

Tab. VIII. Fig. 2.

fallen. So formiren diese Strahlen in unserm Auge ein Bild des Objekts M, auf eben die Art, als wenn M sich in m befände. Wir schliessen daher, die Strahlen kommen aus m, und sagen, in m befinde sich das Bild des Objekts, und setzen den Punkt M in m, wo sich beyde Strahlen durchschneiden. Nun muß unter unzähligen Strahlen, die auf eine Oberfläche fallen, auch einer seyn, der auf derselben perpendikulair steht, wenigstens ist es möglich, daß wir einen dergleichen perpendikulair annehmen. Dieser Perpendikulairstrahl muß mit den übrigen Strahlen in eben dem Punkt m vereinigt werden. Daraus folgt das Gesetz vom Orte des Bildes: das Bild befindet sich da, wo sich der Perpendikulairstrahl mit einem jeden andern reflektirten Strahle wirklich durchschneidet, oder doch durchschneiden würde, wenn man beyde Strahlen verlängerte.

b) Anwendung dieses Gesetzes.

Hohlspiegel.

§. 20.

Allgemeiner Grund der Hohlspiegel.

Tab. VIII. Fig. 3. Es sey AB die Oberfläche eines Spiegels, der nach einem Stück einer Kugel ausgehöhlt ist. Das Centrum der Fläche sey C, die Achse CP. Man setze, daß MD und

NE

NE zwey Lichtstrahlen wären, die mit der Achse parallel auf die Punkte D und E auffallen. Man lasse beyde Strahlen dergestalt reflektiren, daß der Reflexionswinkel FDE dem Einfallswinkel MDA gleich sey: so wird der reflektirte Strahl DF die Achse des Spiegels in F durchschneiden. Dieser Punkt F heißt der Brennpunkt, und wenn der Bogen DP nicht viel über 30° beträgt, so ist PF ohngefehr $= \frac{1}{2}$ CP, das heißt, die Entfernung des Brennpunkts von dem Spiegel ist ohngefehr die Hälfte des Radii. Will man daher die lage des reflektirten Strahls bey Hohlspiegeln bestimmen, so theile man den Radium CP in F in zwey gleiche Theile, und ziehe aus F gegen D, E, und andere dergleichen Punkte, auf welche die Parallelstrahlen fallen, gerade Linien DF, EF u. s. w. so werden dieses die reflektirten Strahlen seyn.

§. 21.

Anwendung, wenn das Objekt zwischen dem Spiegel und dem Brennpunkt steht.

Es sey wie vorhin, (es gilt dieses auch von allen folgenden Zeichnungen zur Katoptrik,) der Spiegel AB, das Centrum C, der Brennpunkt F, so daß FP $= \frac{1}{2}$ CP (§. 20.). Es befinde sich das Objekt MN zwischen F und P, das heißt, zwischen dem Tab. VIII. Fig. 2.

Brennpunkt und dem Spiegel. So wird die Lage des Bildes durch die Zeichnung folgendermassen bestimmt. Man ziehe durch M und N die Strahlen MD und NE mit der Achse parallel, man ziehe aus D und E gegen F die geraden Linien DF und EF, so sind dieses die reflektirten Strahlen. Da nun alle gerade Linien, die auf der Oberfläche einer Kugel perpendikulair stehen, durch den Mittelpunkt der Kugel gehen, (p. Geom.) so ziehe man durch M und den Mittelpunkt C den Perpendikulairstrahl CM, und verlängere diesen und den reflektirten Strahl DF, bis sie sich in m durchschneiden; so wird m das Bild seyn von M. Auf eben diese Art wird auch das Bild von dem untern Theil N in n dargestellt. Da nun alle übrige Punkte von MN zwischen M und N fallen, so müssen auch alle übrige Punkte des Bildes zwischen m und n fallen. Das ganze Bild steht daher in mn, gerade vergrössert, und hinter dem Spiegel.

§. 22.

Wenn das Objekt weiter als der Brennpunkt vom Spiegel entfernt ist.

Tab. VIII. Fig. 4. Befindet sich das Objekt MN weiter vom Spiegel, als der Brennpunkt, so durchschneidet sich der reflektirte Parallelstrahl MD mit dem Perpendikulairstrahl Mm unter-

terwärts in m, der Strahl NE aber mit dem Perpendikulairstrahl Nn oberwärts in n. Das Bild steht daher in nm klein und verkehrt vor dem Spiegel. Hält man zwischen dem Mittelpunkt und Brennpunkt ein weiß Papier, so stellt sich das Bild auf demselben klein und verkehrt dar.

§. 23.

Wenn das Objekt im Brennpunkt steht.

Steht das Objekt MN in dem Brennpunkt F, so wird der reflektirte Strahl ED mit dem Perpendiculairstrahl CM parallel. Da nun Parallelstrahlen sich nicht durchschneiden können, das Bild aber da steht, wo sich die Strahlen durchschneiden; so kann auch kein Bild formirt werden. Tab. VIII. Fig. 3.

Erhabene Spiegel.

§. 24.

Allgemeiner Grund.

Es sey auch hier AB die erhabene Fläche des Spiegels, C das Centrum, MN das Objekt. Man ziehe aus M gegen C die auf dem Spiegel perpendikulair stehende Linie MC. Man ziehe ferner mit der Achse des Spiegels PC den Parallelstrahl ND, welcher in D auf die Oberfläche des Spie- Tab. VIII. Fig. 5.

gels

gels trift. Man lasse diesen Strahl dergestalt reflektiren, daß der Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich sey, und verlängere den reflektirten Strahl hinterwärts, so daß er die Achse des Spiegels in F durchschneidet, so ist F der Zerstreuungspunkt, und FP wird, wenn der Bogen DP nicht viel über 30° ist, gleich seyn $\frac{1}{2}$ PC, oder dem halben Radio. Will man daher die Lage des reflektirten Strahls bestimmen, so ziehe man durch F und D die gerade Linie FD, deren Fortsetzung die Lage des reflektirten Strahls ist.

§. 25.

Dessen Anwendung.

Das Objekt sey MN, die Parallelstrahlen MD und NE, die Perpendikulairstrahlen MC und NC. Diese durchschneiden sich mit denen gegen den Zerstreuungspunkt F aus D und E gezognen verlängerten und reflektirten Strahlen in m und n, folglich steht zwischen m und n das Bild des Objekts gerade und klein, zwischen dem Zerstreuungspunkt und der Oberfläche.

§. 26.

Cylindrische und Konische Spiegel.

Cylindrische Spiegel sind der Länge nach gerade Spiegel; die Durchschnitte aber, welche

che mit der Grundfläche parallel geschehen, sind Zirkelschnitte. Daher haben cylindrische Spiegel, der Länge nach die Eigenschaften eines geraden, der Quere nach aber die Eigenschaften eines erhabenen Spiegels. Sie machen also die Objekte schmäler, als sie sind. Eben dieses gilt auch von konischen Spiegeln, nur mit dem Unterscheid, daß, weil die Durchschnitte des Kegels desto kleiner werden, je näher sie der Spitze kommen, auch die Bilder oben der Breite nach kleiner, das heißt, schmäler werden.

§. 27.

Anamorphotische Bilder.

Da die cylindrischen und konischen Spiegel die Bilder schmäler vorstellen, als sie seyn solten; so werden sie die gehörige Breite erhalten, wenn sie genau um so viel breiter gezeichnet werden, als sie der Spiegel schmäler vorstellt. Dergleichen verzogene Bilder heissen **anamorphotische Bilder.**

3) Zufällige Eigenschaften der Spiegel.

§. 28.

Platte Spiegel brennen und vervielfältigen.

Wenn man die Sonnenstrahlen mit einem platten Spiegel auffängt, und gegen

Tab. XI. Fig. 6. gen F reflektiren läßt, und fängt ferner mit den platten Spiegeln B, C, D, E, u. s. w. die Sonnenstrahlen auf, und läßt sie insgesamt dergestalt gegen F fallen, daß sie sich in diesem Punkt durchschneiden, so wird das Licht in F um so viel dichter, je mehr Spiegel vorhanden sind. **Athan. Kircher** hat dieses schon angegeben, **Nollet** hat es einigermassen nachgemacht, und **Buffon** hat sogar damit gezündet, und daher wahrscheinlich gemacht, daß die alten Brennspiegel des **Archimedes** zu Syracus von eben dieser Art gewesen.

Setzt man zwey platte Spiegel unter einem spitzigen Winkel neben einander, so stellt sich das Bild eines jeden Spiegels in dem andern dar, und dieses geschieht desto öfter, je spitzer der Winkel ist; dadurch vervielfältigen sich die Objekte. Dieses ist der Grund der sogenannten Naritätenkasten, in welche man durch verschiedene Oeffnungen hineinsieht, und durch jede Oeffnung was anders sieht, wovon doch jedes den ganzen Kasten zu füllen scheint.

§. 29.

Zufällige Eigenschaft der Hohl- und erhabnen Spiegel.

Weil die Hohlspiegel die mit der Achse parallel fallenden Strahlen in dem Brennpunkt

punkt vereinigen (§. 20.), dadurch aber die Würkung des Lichts größer werden muß, so wird auch die Hitze dadurch grösser, und übt unglaubliche Würkungen aus. Man nennt daher solche Spiegel auch **Brennspiegel.** Da hingegen die reflektirten Strahlen bey erhabenen Spiegeln hinter dem Spiegel sich vereinigen würden, wenn man sie verlängerte, (§. 24.): so müssen sie sich vor dem Spiegel zerstreuen. Durch solche Spiegel wird das Licht also zerstreuet und geschwächt.

III. Zur Dioptrik.

1) Zeichnung der Bilder.

§. 30.

a) Ort des Bildes.

Wenn zwey Strahlen MD und MC aus einem sichtbaren Gegenstande ausfliessen, und durch die Brechung in eine solche Lage kommen, daß sie hinterwärts verlängert in m einander durchschneiden würden; so muß es dem Auge, in welches sie fallen, scheinen, als kämen sie aus m. Folglich muß die Sache in m gesehen werden. Da sie sich nun nicht würklich in m befindet, so muß in m das Bild von M stehen (§. 17.). Da nun unter den unzählichen Strahlen, die aus M aus- Tab. IX. Fig. 1.

ausfliessen, auch einer perpendikulair seyn muß, wenigstens ein solcher angenommen werden kann: so muß das Bild da gesehen werden, wo sich der Perpendikulairstrahl mit den gebrochenen durchschneidet, oder durchschneiden würde, wenn man die Strahlen verlängerte.

§. 31.

b) Hohlgläser, allgemeine Eigenschaft.

Tab. IX. Fig. 1.

Es sey AB die hohle Oberfläche eines Glases, das nach einer Kugelfläche geschliffen ist, C das Centrum dieser Kugel, FP die Achse des Glases, GD ein mit der Achse parallel einfallender Strahl, CD die Perpendikulairlinie. Da der Strahl beym Eingang in das Glas gegen den Perpendikul gebrochen werden muß, der Strahl aber vor sich in der Richtung DF fortgehen würde, wofern kein Glas da wäre, so wird er jetzt in die Richtung DH gebrochen werden, und wenn man ihn rückwärts fortsetzt, wird er die Achse in F durchschneiden. Dieser Punkt heißt der Zerstreuungspunkt, und die Erfahrung lehrt, daß, wenn das Glas auf einer Seite hohl, auf der andern platt ist, FP fast dem Diameter gleich sey, wenn DP nicht viel über 30° beträgt. Ist das Glas aber auf beyden Seiten gleich stark erhaben, so ist FP dem Radio gleich. Hieraus kann man

die

die Lage des Strahls nach der Brechung in Hohlgläsern leicht bestimmen. Man zieht nemlich den Strahl GD mit der Achse parallel, macht FP dem Diameter gleich, und zieht durch die Punkte F und D die gerade linie FH, welche hinter dem Glase in DH die Lage des gebrochenen Strahls bestimmt.

§. 32.

Anwendung.

Es sey, wie in allen folgenden Zeichnungen, AB die hohle Oberfläche des Glases, das Objekt in MN. Man trage den Radium CP aus C in f auf die Achse des Glases; so ist f der Zerstreuungspunkt (§. 31.). Durch M und N ziehe man mit der Achse parallel die gerade linien MD und NE, imgleichen durch M und das Centrum C, wie auch durch N und C die Perpendikulairstrahlen MC und NC, durch D und f, imgleichen durch E und f ziehe man die gerade linie fF und fG. Diese stellen die gebrochenen und rückwärts fortgesetzten Strahlen vor, die sich mit den Perpendikulairstrahlen in m und n durchschneiden. Das Bild des Objekts MN wird daher in mn klein, näher, und daher deutlicher für Kurzsichtige, denen das Objekt deutlicher wird, je näher es dem Auge ist. Tab. IX. Fig. 2.

§. 33.

c) Erhabene Gläser. Allgemeiner Grund.

Tab. IX. Fig. 1.

Es sey AB die erhabne Oberfläche des Glases, die nach einem Stück einer Kugel gerundet ist, der mit der Achse parallel einfallende Strahl DE, welcher, wenn kein Glas vorhanden wäre, in der Richtung DG fortgehen würde. Dieser muß beym Eingang des Glases gegen den Perpendikul gebrochen werden. Man ziehe daher die Perpendikularlinie DC; so wird der Strahl sich im Glase derselben nähern, folglich in die lage DF kommen, und daher die Achse des Glases in F erreichen. Die Erfahrung lehrt, daß, wenn das Glas auf einer Seite platt, auf der andern aber erhaben ist, FP dem Diameter des Glases fast gleich sey, wenn der Bogen DP nicht sehr groß ist. Ist das Glas aber auf beiden Seiten gleich stark erhaben, so ist FP = CP. Da dieses von allen Strahlen gilt, die mit der Achse parallel einfallen: so schliessen wir, daß sich alle Parallelstrahlen in einem Punkt hinter dem Glase vereinigen, und dieser Punkt heißt der **Brennpunkt**. Man kan daher die lage der Parallelstrahlen hinter dem Glase leicht bestimmen. Man lege den Diameter oder den Radium des Glases von P in F, man ziehe darauf den Punkt D, auf welchen der Parallelstrahl fällt, mit F zusammen,

men, so ist DF die Lage des Strahls hinter dem Glase.

Es sey MD ein mit der Achse parallel einfallender Strahl, der hinter dem Glase in die Lage DF kommt. Man ziehe mit DF durch den Mittelpunkt des Glases C die Parallellinie MC, welche die vorige MD in D durchschneidet; so müssen die beyden Strahlen MD und MC hinter dem Glase parallel werden. Denn der Perpendikulairstrahl MC wird beym Eingang ins Glas nicht gebrochen, der Parallelstrahl aber kommt in die Lage DF, welche mit MC parallel ist. (per hyp.). Dieser Punkt, so wie der in der Achse unter M liegende Punkt f, in welchem sich die hinter dem Glase durch die Brechung parallel werdende Strahlen vor dem Glase vereinigen, heißt auch der Brennpunkt. Tab. IX. Fig. 3.

Hieraus ist es klar, daß, wenn ein Objekt in Mf steht, die Strahlen desselben durch die Brechung hinter dem Glase parallel werden. Da nun der Strahl DF beständig einerley lage behält, das Objekt mag nahe oder weit vom Glase entfernt seyn: so muß sich nur die Lage des Perpendikulairstrahls ändern. Und man siehet leicht, daß, wenn das Objekt näher an das Glas gerückt wird als f, der Strahl MC nicht mehr mit

Df parallel bleibe, sondern sich immer weiter von demselben entfernen müsse, daher vereinigen sich die Strahlen, wenn sie verlängert werden, vor dem Glase. Wird aber das Objekt weiter als f vom Glase entfernt, so kommen beyde Strahlen näher an einander und vereinigen sich daher hinter dem Glase.

Tab. IX. Fig. 4.

Ist das Glas auf beyden Seiten erhaben, so fällt der Brennpunkt f in den Mittelpunkt des Glases. Steht daher vor dem Glase ein Objekt MN, so wird der mit der Achse parallel einfallende Strahl MD in Df gebrochen. Der Perpendikulairstrahl Mf aber wird nicht in f gehen. Denn da er nur auf der einen Oberfläche AKEB perpendikulair steht, nicht aber auf der andern AGB, so wird er beym Ausgange aus dem Glase in G sich von dem Perpendikul Gf entfernen, und in die lage Gl gebracht werden. Die Erfahrung lehrt, daß auch Gl mit Df parallel sey, wenn das Objekt im Brennpunkt steht.

§. 34.

Anwendung, wenn das Objekt zwischen dem Brennpunkt und dem Glase steht.

Tab. IX. Fig. 5.

Befindet sich das Objekt MN zwischen dem Brennpunkt F, und der Oberfläche

fläche des Glases AB, und das Glas ist auf einer Seite erhaben; so mache man PF und Pf dem Diameter des Glases gleich (§. 33). Man ziehe aus M und N die Parallelstrahlen MD und NE, welche in Df und Ef gebrochen werden. Man ziehe durch eben diese Punkte M und N und das Centrum C die Perpendikulairstrahlen MC und NC, so werden sich diese, wenn man sie verlängert, mit den verlängerten gebrochenen Strahlen vorwerts in m und n durchschneiden (§. 33.) und daher in mn das Bild der Sache darstellen (§. 30.). Indem die Strahlen MC und Df ins Auge fallen, so scheinen sie aus m zu kommen, und das Auge muß daher, weil sie sonst zu weit aus einander fahren, zwischen dem Glase und dem Brennpunkt f seyn, wenn das Bild gesehen werden soll. Dieses Bild steht, wie die Zeichnung lehrt, in mn vor dem Glase, gerade und vergröffert.

§. 35.

Wenn das Objekt weiter entfernt ist, als der Brennpunkt.

1) Wenn MN sehr weit von dem Brennpunkt F steht, so convergiren die Strahlen hinter dem Glase (§. 33.), folglich erreichen sie sich daselbst in m und n, Tab. IX. Fig. 6.

und das Bild steht daher in nm klein und verkehrt. Da sich hier die Strahlen würklich durchschneiden, so steht hier ein würkliches Bild, da bey dem vorigen Fall (§. 34.) sie sich nur zu durchschneiden schienen, und also nur ein scheinbares Bild darstellten. Man kann daher dieses Bild durch ein in die Gegend mn gehaltenes Papier sichtbar machen.

Tab X. Fig. I.

2) Steht das Objekt MN zwar weiter von dem Glase, als der Brennpunkt F ist, aber doch dem Brennpunkt nahe, so kommt der Perpendikulairstrahl weiter von dem gebrochenen ab, und erreicht ihn daher erst weiter in n und m, daher wird das Bild in nm verkehrt und groß hinter dem Glase stehen. Auch dieses ist, weil sich die Strahlen Dm und Mm durchschneiden, ein würkliches Bild, und kann daher auf einer weissen Wand aufgefangen werden.

§. 36.

Wenn das Objekt im Brennpunkt steht.

Da die Strahlen hinter dem Glase parallel werden, wenn sie aus dem Brennpunkt vor demselben ausfahren (§. 33.); parallele Strahlen sich aber nicht erreichen, folglich auch kein Bild formiren (§. 20.): so kann kein

Bild

Bild erfolgen, wenn das Objekt sich im Brennpunkt des erhabenen Glases befindet.

2) Optische Instrumente.

§. 37.

Einfaches Microscopium.

Ein einfaches Microscopium besteht aus einem einzigen erhabenen Glase, welches ein Stück einer sehr kleinen Kugel seyn muß. Bringt man das Objekt zwischen dem Brennpunkt und das Glas, so erscheint das Bild desselben groß und gerade (§. 34.). Folglich sind solche Gläser Vergrösserungsgläser. Da aber das Bild bey dessen Vergrösserung undeutlich werden würde, weil sich die Strahlen zu weit zerstreuen, so muß es stark erleuchtet werden. Dieses geschieht bey den Lieberkühnschen und Wilsonischen Vergrösserungsgläsern durch ein erhabenes Glas, welches das Collektivglas heißt, in dessen Brennpunkt das Objekt gestellt werden muß. Da bey einer kleinen Kugel die Krümmung des Glases AB stärker seyn muß, als wenn das Glas ein Stück von einer großen Kugel ist, so ist auch die Brechung bey D desto gröſſer. Es kommen daher beyde Strahlen Df und Mc weiter herunter, und der Punkt m, wo sie sich durchschneiden, fällt daher höher, Tab. IX. Fig. 5.

folglich wird das Bild grösser. Es vergrösfern daher erhabene Gläser desto stärker, je kleiner sie sind.

§. 38.

Einfache Camera Obscura.

Bey einer Camera obscura muß ein verdunkelter Raum da seyn, in welchen das Licht nur durch ein kleines rundes Löch fällt, worin sich ein erhabenes Glas befindet. Weil die entfernten Objekte ausserhalb des Brennpunktes, und weit von demselben sind; so muß sich das Bild hinter dem Glase klein und verkehrt darstellen (§. 35.). Man sieht daher auf einem kurz hinter den Brennpunkt gehaltenes Papier oder mattgeschliffenen Glase, die Objekte sehr deutlich.

§. 39.

Einfache Zauberlaterne.

Bey einer einfachen Zauberlaterne wird ein durchsichtiges und starkerleuchtetes Objekt kurz vor den Brennpunkt eines erhabenen Glases gestellt. Da nun alsdenn ein grosses und verkehrtes Bild hinter dem Glase erscheint (§. 35.): so müssen sich diese Bilder auf einer weissen Wand darstellen.

§. 40.

Zusammengesetzte Zauberlaterne

Tab.X. Fig. 2.

Hier befindet sich in dem Brennpunkt F des Hohlspiegels OP ein brennendes Licht mit einer starken Flamme. Die aus dem Brennpunkt kommende Strahlen werden von dem Hohlspiegel parallel reflektirt, und erleuchten daher das auf Glas gemahlte durchsichtige Bild MN. Dieses steht im Brennpuncte des erhabenen Glases AB. Die aus M ausfahrende Strahlen werden daher hinter dem Glase in AB parallel herunter gebrochen. Eben dieses gilt von den aus N ausfliessenden Strahlen, welche in BC parallel gebrochen werden (§. 36.). Hier fallen sie auf das zweyte erhabene Glas αβ, von welchen sie in n und m in einen Punkt gesammelt werden (§. 33.), und daher in nm ein grosses und verkehrtes Bild darstellen. Soll dieses Bild grösser werden, so darf man nur MN näher an AB bringen, als der Brennpunkt ist, so divergiren die Strahlen hinter dem Glase (§. 33.) und werden daher erst in einer grösseren Entfernung hinter αβ vereinigt, daher müssen die Punkte n und m weiter aus einander kommen und das Bild grösser werden. Man kann hierbey a) die Bilder an der Wand gerade erhalten, wenn die Gemählde verkehrt einge-

schoben werden. b) Man kann aber auch aus einer zusammengesetzten Zauberlaterne eine einfache machen, indem man das Glas αβ wegnimmt, und das Gemählde MN weiter von dem Glase AB zurückruckt, dergestalt, daß es weiter von demselben entfernt wird, als der Brennpunkt. Die Bilder, welche man auf diese Art erhält, sind dunkler, weil sich hier viele Strahlen zerstreuen, die sonst durch das Glas αβ zusammengebracht werden.

§. 41.

Sonnenmicroscopium.

Tab. X. Fig. 3.

Man befestigt an ein hölzernes viereckes Gestelle, auf welchem eine runde Scheibe eingesetzt ist, damit der Spiegel gedrehet werden kann, einen platten Spiegel OP, der sich durch Schnuren auf und nieder bewegen läßt. In der Scheibe wird eine runde Oeffnung gemacht, in welche eine Röhre gesetzt wird, die ausgezogen werden kann. In dieser Röhre befindet sich das erhabene Collektivglas AB: an dem andern Ende aber das kleine und stark erhabene Glas αβ, welches von einem gewöhnlichen einfachen Microscopio genommen werden kann. Das Objekt, welches kleine durchsichtige Insekten, oder andere dergleichen Körper seyn können, die

die zwischen zwey Gläser eingeklemmt werden, wird nahe an dem Brennpunkt beyder Gläser eingeschoben. Dadurch wird es von dem Glase AB stark erleuchtet. Wenn ein Objekt nahe an dem Brennpunkt steht, aber doch weiter als derselbe von dem Glase entfernt ist, so wird hinter demselben ein grosses und verkehrtes Bild dargestellt (§. 35. 2.). Es muß also auch hier ein grosses und verkehrtes Bild in nm dargestellt werden, welches man auf einer weissen Wand auffangen kann. Man hat bey diesem Microscopio zweyerley Vortheil. 1) Können mehrere Personen ein Objekt auf einmahl übersehen, welches sonst bey den gewöhnlichen Vergrösserungsgläsern von einem allein geschehen kann. 2) Kann man die Vergrösserung nach Belieben gröſſer und kleiner machen. Denn weil das Glas αβ sehr klein ist, so können sich die Strahlen Nn und NBn nicht weit von einander entfernen, sie stellen daher das Bild des Objekts in verschiedenen Entfernungen deutlich vor. Allein es sind auch bey diesem Microscopio verschiedene Unvollkommenheiten. Denn 1) ist es bey starker Vergrösserung fast unvermeidlich, daß nicht der Rand des Bildes gefärbt erscheinen solte. 2) Können keine andern Objekte dargestellt werden, als durchsichtige. Inzwischen ist es sehr wahrscheinlich, daß die-

letz-

letzte Unvollkommenheit sich endlich werde heben lassen.

§. 42.

Zusammengesetzte Camera Obscura.

Tab. IX. Fig. 5.

Hier ist alles wie bey der einfachen, nur wird in die Gegend des Bildes nm ein Spiegel OP schief gestellt, so daß die von M ausfliessende Strahlen, die sich sonst in m vereinigt hätten, in D und E auf den Spiegel fallen, und von demselben dergestalt reflektiret werden, daß sie sich oberwärts in μ vereinigen; so wie die aus N ausfliessende Strahlen auf F und G fallen und in ν zusammenkommen. Fängt man daher dieses Bild mit einem geöhlten Papier oder mattgeschliffenen Glase auf, und das Auge befindet sich in Q so stellt es sich in $\mu\nu$ gerade auf einer Fläche dar.

§. 43.

Astronomisches Fernglas.

Ein Astronomisches Fernglas besteht aus zwey erhabenen Gläsern, einem Objektivglase, das von einer grössern Kugel genommen wird, und einem Okularglase, welches ein Stück einer kleinern Kugel und daher stärker erhaben ist. Beyde Gläser werden

der-

dergestalt in den Röhren, worin sie befestigt sind, zusammengeruckt, daß die Brennpunkte zusammenstossen. Geschieht dieses, so stellen sich die Objekte verkehrt und vergrössert dar. Es sey αβ das Objektivglas, und das Objekt MN sey weit ausser dessen Brennpunkt, so werden die Strahlen Mα und MD sich in m, die Strahlen Nβ und NE sich in n vereinigen, und daher in nm ein kleines verkehrtes Bild vorstellen (§. 35. 1.). Steht dieses Bild zwischen dem Brennpunkt und dem Okularglase AB, so werden die aus n und m ausfliessende Strahlen in ν und μ vereinigt, und stellen das Bild nm in νμ vergrössert dar (§. 34.). Da nun nm verkehrt stand, so muß man durch einen dergleichen Tubum die Objekte verkehrt und vergrössert sehen. Tab. X. Fig. 4.

Eben dieses ist der Grund des aus zwey Gläsern zusammengesetzten Microscopii, nur daß AB alsdenn das Objektiv- und αβ das Okularglas wird.

§. 44.

Galiläanisches Fernglas.

Dieses besteht aus einem erhabenen Objektivglase und hohlen Ocularglase, und stellt die Objekte groß und gerade dar.

Es

Tab. XI. Fig. 1. Es sey αβ das erhabene Objektivglas, MN ein Objekt, welches sich weit ausser dem Brennpunkt befindet: so stellen die aus M und N ausfliessende Strahlen in νμ ein kleines und verkehrtes Bild dar (§. 35. 1.). Wird in der Weite des Zerstreuungspunktes vor diesem Bilde das Hohlglas AB gestellt, so werden die Strahlen MD und ME, die auf das Hohlglas in D und E fallen, von demselben zerstreuet (§. 31.) und kommen daher in die lage DH und EI. Verlängert man diese Strahlen rückwärts, so durchschneiden sie sich in m: so wie sich die aus N ausfliessende und in DF und EG gebrochene Strahlen in n vereinigen. Man siehet daher das Bild MN in mn gerade und vergrössert.

Diese gewöhnlichen Taschenperspektive werden auf eben diese Art, aus einem erhabenen und hohlen Glase zusammengesetzt.

§. 45.

Muschenbroeckisches Microscopium.

Tab. XI. Fig. 2. Es besteht dieses aus drey erhabenen Gläsern, dem Objektivglase AB, so stark erhaben ist, und den beyden Okulargläsern

sern αβ und ab, deren das erste auf einer Seite platt, auf der andern erhaben, das zweyte aber auf beyden Seiten erhaben ist. Es stellt dieses die Objekte groß, aber verkehrt vor. Das Objekt MN wird, wenn es durchsichtig ist, durch einen Hohlspiegel, sonst aber durch ein Brennglas erleuchtet, und befindet sich nahe an dem Brennpunkt des Glases AB. Daher stellt sich das Bild desselben groß und verkehrt in μν dar (§. 35. 2.). Dieses Bild steht zwischen dem Brennpunkte des zweyten Glases αβ und dem Glase, daher divergiren die Strahlen hinter demselben und fallen auf diese Weise auf das Glas ab (§. 34.). Von diesem werden sie aufs neue gebrochen, und vereinigen sich in n und m (§. 33.), das Bild stehet daher groß und verkehrt.

§. 46.

Fernglas mit vier Gläsern.

Dieser Tubus terrestris, oder das gewöhnliche grössere Perspektiv, besteht aus dem Objektivglase αβ, und den drey Okulargläsern a b, בא und AB, und stellt die Objekte groß, gerade und deutlich dar. Da sich das Objekt MN weit

Tab. XI. Fig. 4.

weit von dem Brennpunkt des Glases αβ befindet, so stellt sich das Bild desselben in νμ klein und verkehrt dar (§. 35. 1.). Dieses steht genau in dem Brennpunkt des Glases ab, und die aus diesem Bilde ausfliessende Strahlen werden hinter dem Bilde parallel, die aus ν ausfliessende Strahlen werden herunter, die Strahlen μ in die Höhe gebrochen (§. 33.). Da nun Parallelstrahlen wieder in einem Punkt versammelt werden (§. cit.): so müssen sich die Strahlen aus μ in m, die aus ν in n vereinigen, und daher ein kleines aber gerades Bild in m n darstellen. Es steht dieses Bild zwischen dem Brennpunkt des Glases AB und dem Glase, und muß daher in m n vergrössert erscheinen (§. 35. 1.). Folglich muß man die Objekte durch ein dergleichen Fernglas groß und gerade sehen.

§. 47.

Reflektirendes Teloscopium.

Weil bey dem vorigen Perspektiv vier Gläser sind, und die Strahlen also sehr ofte gebrochen werden, so müssen sie, wenn diese Ferngläser sehr lang sind,

weit

weit aus einander kommen, und daher Farben hervorbringen. Dieses ist der Grund, warum sie nicht bequem am Himmel gebraucht werden können. Newton kam daher auf die Erfindung, Hohlspiegel statt der Gläser zu gebrauchen. Sein Einfall ward glücklich ausgeführt, allein seine Telescope waren sehr unbequem, weil man auf der Seite hineinsehen muste. Dieser Fehler ward verbessert, und Short hat sie bis zur grösten Vollkommenheit gebracht.

Ein solches reflektirendes Teloscopium besteht aus einem grossen in der Mitte mit einer runden Oeffnung versehenen Hohlspiegel AB. Diesem gegen über steht der kleine Hohlspiegel $\alpha\beta$, welcher an einem starken eisernen Drath befestigt, und vermittelst einer Schraube beweglich ist. Forne ist der Tubus offen, hinten aber befindet sich eine enge Röhre mit zwey Gläsern ab und $\alpha\beta$, deren das erste auf einer Seite platt, auf der andern erhaben, das zweyte aber ein Meniskus ist. cd ist eine schwarze hölzerne Scheibe mit einer in der Mitte befindlichen Oeffnung zur Abhaltung des falschen lichts. Hält man das Auge in Tab. XI. Fig. 3.

den Brennpunkt des Glases αβ, so sieht man das Objekt groß und gerade.

Es sey das Objekt MN, die Parallelstrahlen Mμ und Nν, diese fallen auf den Hohlspiegel AB, und formiren daher vor demselben ein klein und verkehrtes Bild in nm (§. 22.). Dieses Bild wird mit dem Hohlspiegel αβ aufgefangen. Und da die Brennpunkte beyder Hohlspiegel zusammenstossen, und die Strahlen μm und νn daher durch den Brennpunkt Φ des Hohlspiegels αβ gehen, so werden sie von demselben parallel reflektirt (§. 23.). Diese Parallelstrahlen werden von dem Glase ab in einen Punkt F gebracht (§. 33.), wo sie sich durchschneiden, und hierauf auf das Glas αβ fallen, aus welchem sie ins Auge gebracht werden. Da nun die Strahlen aus dem Punkt M in der Richtung Mμmbαf und also oberwärts ins Auge fallen, so sehen wir den Punkt M auch oben. Eben so fallen die aus N ausfliessende Strahlen in der Richtung Nνnaβf und also unterwärts ins Auge. Wir sehen daher N unten, und das Objekt erscheint also gerade. Man kann auch dieses folgendergestalt darthun.

Das

Das Glas ab stellt das Bild nm hinter sich klein und verkehrt dar (§. 35. 2.). Da es nun schon verkehrt ist, so muß es durch eine nochmahlige Umkehrung gerade werden. Dieses kleine gerade Bild wird durch das Glas αβ vergrössert, weil es als ein erhabenes Glas würkt (§. 35. 1.).

§. 48.

Dollondische Ferngläser.

Den Fehler, welchen Newton durch die Hohlspiegel abzuhelfen suchte, hat Dollond durch blosse Gläser verbessert. Die öftere Brechung der Strahlen macht Farben (§. 13.); sollen diese vermieden, und das Bild deutlich werden, so müssen die gebrochene und in Farben verwandelte Strahlen wieder mit einander vereinigt werden. Dieses geschieht durch eine gedoppelte Brechung in Gläsern von verschiedener Art, dergleichen das englische Kronenglas und Flintglas ist. Wenn man daher in einem viergläsrigten Tubo §. 46. Tab. XI. Fig. 4. zu dem erhabenen Objektivglase αβ noch ein hohles Objektivglas setzt, deren das eine von Kronenglas, das andere von Flintglas

ist, so formirt sich das kleine verkehrte Bild in νμ ohne alle Farben und sehr scharf. Dieses wird durch die drey Okulargläser ab, בא und AB stark vergrössert und verkehrt, und stellt das Bild groß und gerade dar. Diese Vergrösserung wird noch mehr vermehrt, wenn das Glas AB von einer kleinen Kugel genommen wird. S. meine **Erste Gründe der Naturlehre** §. 403. nach der dritten Ausgabe.

Zusätze

zur

Gnomonik.

§. 1.

Allgemeine Gründe der Sonnenuhren.

Tab. XII. Fig. 2.

Es sey Pp die Achse der Erde, AQ die verlängerte Fläche des Aequators. Man stelle sich vor, daß sich die Sonne in Q befinde, und daß die Erdachse eine würkliche Stange sey: so wird sie einen Schatten der Sonne gegenüber werfen. Dieser Schatten muß die Fläche des Aequators erreichen. Und da sich die Sonne in 24 Stunden um die Erde scheinbar bewegt, so muß auch der Schatten der Erdachse in 24 Stunden sich rund um die Fläche des Aequators bewegen. Da sich ferner die Sonne gleichförmig bewegt, und in gleichen Zeiten gleiche Räume durchläuft. wenigstens die Abweichung nicht sehr merklich ist: so muß auch der Schatten der Erdachse in gleicher Zeit gleiche Räume durchlaufen. Theilt man daher die Fläche des Aequators in 24 gleiche Theile, so muß der Schatten einen solchen Theil in einer Stunde durchlaufen. Macht man sich

von der Aequatorfläche ein Modell, welches in einer cirkelrunden Fläche aq besteht, und steckt nach einem rechten Winkel durch den Mittelpunkt derselben die Stange Ππ durch, welche die Achse der Erde vorstellt, und man richtet diese Stange mit der Achse der Erde parallel auf, so muß der Schatten von Ππ gleichfalls in einer Stunde den 24sten Theil von der Peripherie dieser Fläche durchlaufen.

§. 2.

Aequinoktialuhr.

Ein solches Modell der Aequatorsfläche mit der darüber aufgerichteten Stange, die mit der Erdachse parallel ist, heißt eine Aequinoktialuhr. Denn da der halbe Diameter der Erde in Ansehung der grossen Entfernung der Sonne, für nichts zu achten ist, so ist es einerley, ob dieses Modell, welches eigentlich im Mittelpunkt der Erde C stehen solte, sich daselbst oder auf deren Oberfläche befindet. Daraus läßt sich die Construktion der Aequinoktialuhr sowohl als ihre Würkungsart begreifen.

§. 3.

Eintheilung der Sonnenuhren.

Alle Sonnenuhren werden auf einer Fläche beschrieben, die

1) mit dem Horizont parallel ist, dieses heissen **Horizontaluhren.**

2) Oder mit demselben einen Winkel macht. Dieser ist

a) entweder ein rechter Winkel, und alsdenn heißt die Uhr eine **Vertikaluhr**, und ist

aa) entweder nach einer von den Hauptgegenden gerichtet, und zwar

α) gegen Mittag, eine **Mittagsuhr.**

β) gegen Mitternacht, **Mitternachtsuhr.**

γ) gegen Morgen, **Morgenuhr.**

δ) gegen Abend, **Abenduhr.**

bb) oder nicht, denn heißt sie eine **deklinirende Uhr.**

b) oder nicht. Denn ist der Winkel entweder so groß

aa) als die Aequatorshöhe, dieses sind die **Aequinoktialuhren.**

bb) oder als die Polhöhe, **Polaruhren.**

cc) oder als keines von beyden, denn heissen sie **inklinirte Uhren.** Diese stehen

α) entweder nach einer Hauptgegend.

β) oder nicht. Diese heissen declinirte Uhren.

§. 4.

Grund der Zeichnung der übrigen Uhren.

Man stelle sich vor, FE sey eine Aequinoktialuhr, die Zeigerstange sey EG, imgleichen FD, welche mit EG parallel ist. ABCD sey ein Würfel, an welchen die Aequinoktialuhr in A angelegt ist, so wird der Schatten der Zeigerstange der Aequinoktialuhr, EB, auch auf die Horizontalfläche AB fallen, und daher auf derselben die Stundenlinien bestimmen. Nun ist y ein rechter Winkel (§. 1.), o aber ist der Aequatorshöhe gleich. Daher ist x der Polhöhe gleich (§. 62. der Astr. in Wolf. Ausz.) Es muß daher die Zeigerstange in der Horizontaluhr, mit der Uhr einen Winkel machen, welcher der Polhöhe gleich ist. Weil ferner der Winkel ABC ein rechter Winkel ist, so ist $x + p = 90°$ (§. 38. Geom.). Nun ist x der Polhöhe gleich, daher ist p der Aequatorshöhe gleich (§. 62. Astr.). Weil ferner die Fläche EF die Fläche des Aequators ist, so steht BC gegen Mittag, und BG ist daher die Zeigerstange einer Mittagsuhr. Diese

Tab. XII. Fig. 1.

muß

muß daher mit der Uhr einen Winkel machen, der so groß ist als die Aequatorshöhe. Aus eben der Ursache ist AD die Mitternachtsfläche. Nun ist der Winkel BAD ein rechter Winkel, und daher $n + o = 90°$, und folglich n der Polhöhe gleich. Da aber auch bey F ein rechter Winkel ist (§. 1.): so ist auch $n + r = 90°$ und daher r der Mittagshöhe gleich. Es muß daher bey Mitternachtsuhren die Zeigerstange mit der Fläche einen Winkel machen, der so groß ist als die Aequatorshöhe. Nur muß, wie man aus der Zeichnung leicht sieht, die Zeigerstange bey D unten aufgerichtet werden, da sie bey den Mittagsuhren in B oben stand. Setzt man endlich die Aequinoktialuhr in BD auf der Morgen- oder Abendseite an, so macht der auf die Fläche verlängerte Schatten die Morgen- oder Abenduhr; in tu aber wird die Polaruhr bestimmt.

§. 5.

Grund der inklinirenden Uhren.

Erster Fall: Wenn die Fläche FC zwischen dem Aequator AQ und das Zenith Z fällt. Tab. XII. Fig. 3.

Man ziehe LK perpendikulair auf FC, und rücke den Horizont HR in LK herunter, so wird die Aequatorshöhe AL seyn,

und

und FC ist alsdenn eine vertikale Fläche, die mit ihrem untereu Theile gegen Mittag, mit dem oberen aber gegen Mitternacht gerichtet ist. Man beschreibe also auf derselben unten eine Mittagsuhr, oben aber eine Mitternachtsuhr, auf die Aequatorshöhe $ACL = ACH + HCL$.

Es ist aber $ZCH = 90°$
$FCL = 90°$
daher $ZCH = FCL$
Man ziehe davon ab $FCH = FCH$

---

so ist $ZCH - FCH = FCL - FCH$
oder $FCZ = HCL$

Dieses substituire man, so ist $ACL = ACH + FCZ$, das ist, die Aequatorshöhe, nach welcher die Uhr eingerichtet werden muß, ist gleich der Aequatorshöhe des gegebenen Orts, und dem Compl des Inklinationswinkels der Fläche FC mit dem Horizont oder dem Abweichungswinkel vom Zenith.

Tab. XII. Fig. 4.

Zweyter Fall: Wenn FC zwischen den Aequator und Horizont fällt.

Man erhebe den Horizont bis in FC, so wird PK die Polhöhe seyn. Man beschreibe daher auf der Fläche FC eine Horizontaluhr auf die Polhöhe PCK.

Nun

Nun ist PCK = PCR + RCK
RCK = FCH (§. 38 Geom.)
daher PCK = PCR + FCH

Das ist, man muß die Polhöhe nehmen, welche der Summe gleich ist aus der Polhöhe des gegebenen Orts und dem Inklinationswinkel der Fläche FC.

Dritter Fall: Wenn FC zwischen das Zenith und den Pol fällt. Tab. XII. Fig. 5.

Man ziehe LC perwendikulair auf FC, und rücke den Horizont in KL herunter, so ist PK die Polhöhe und FC auf dem Horizont perpendikulair, AL aber die Aequatorshöhe. Da nun der untere Theil der Fläche FC gegen Mitternacht, der obere aber gegen Mittag steht, so beschreibe man auf der Fläche FC oben eine Mittagsuhr, unten aber eine Mitternachtsuhr, auf die Aequatorshöhe ACL.

Nun ist ACL = ACH − HCL
es ist aber FCL = 90°
ZCH = 90°
daher FCL = ZCH
ZCL = ZCL

FCL − ZCL = ZCH − ZCL
daher HCL = ZCF.

Die-

Dieses substituire man oben, so ist ACL = ACH — ZCF, das ist, der Unterschied zwischen der Höhe des Aequators und dem Abweichungswinkel der Fläche vom Zenith.

Tab. XII. Fig. 6.

Vierter Fall: Wenn FC zwischen den Pol und Horizont fällt.

Man erhebe den Horizont in FC, so wird PF die Polhöhe seyn. Man beschreibe daher eine Horizontaluhr auf die Polhöhe PCF. Nun ist PCF = PCR — FCR, das ist, der Unterschied zwischen der Polhöhe des gegebenen Orts und dem Inklinationswinkel der Fläche mit dem Horizont.

Fig. 1.

Fig. 2.

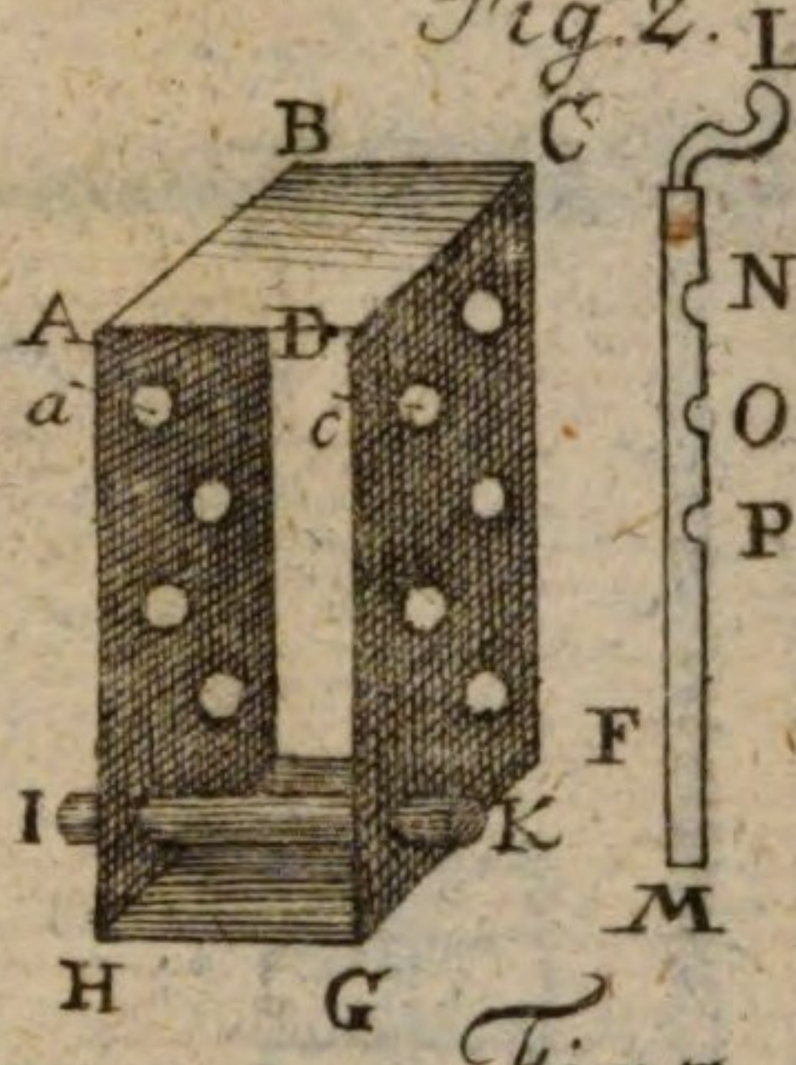


Fig. 4.

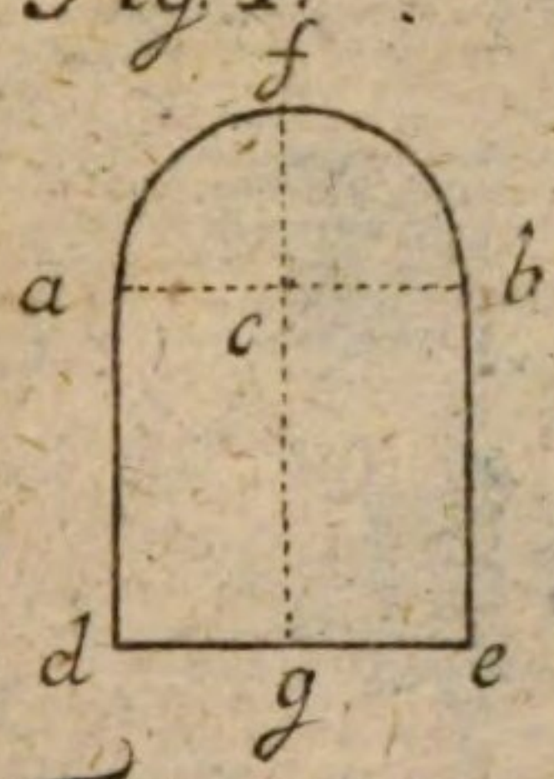


Fig. 5.

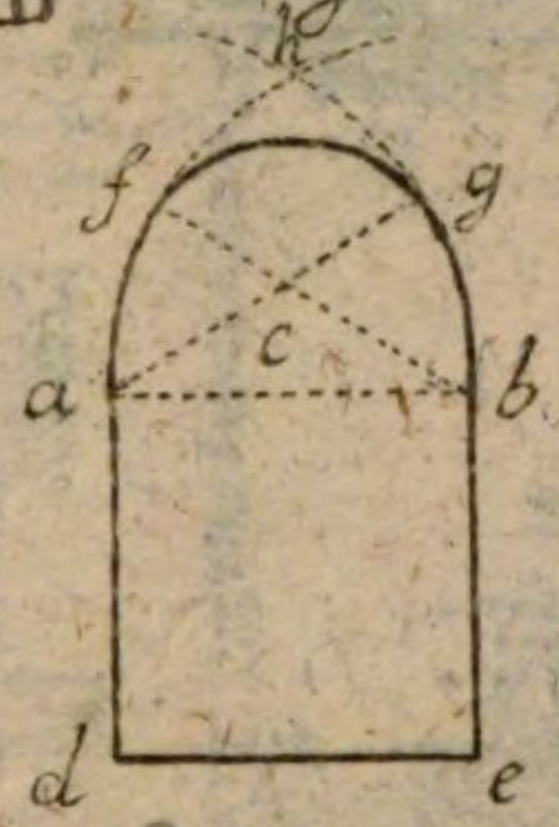


Fig. 3.

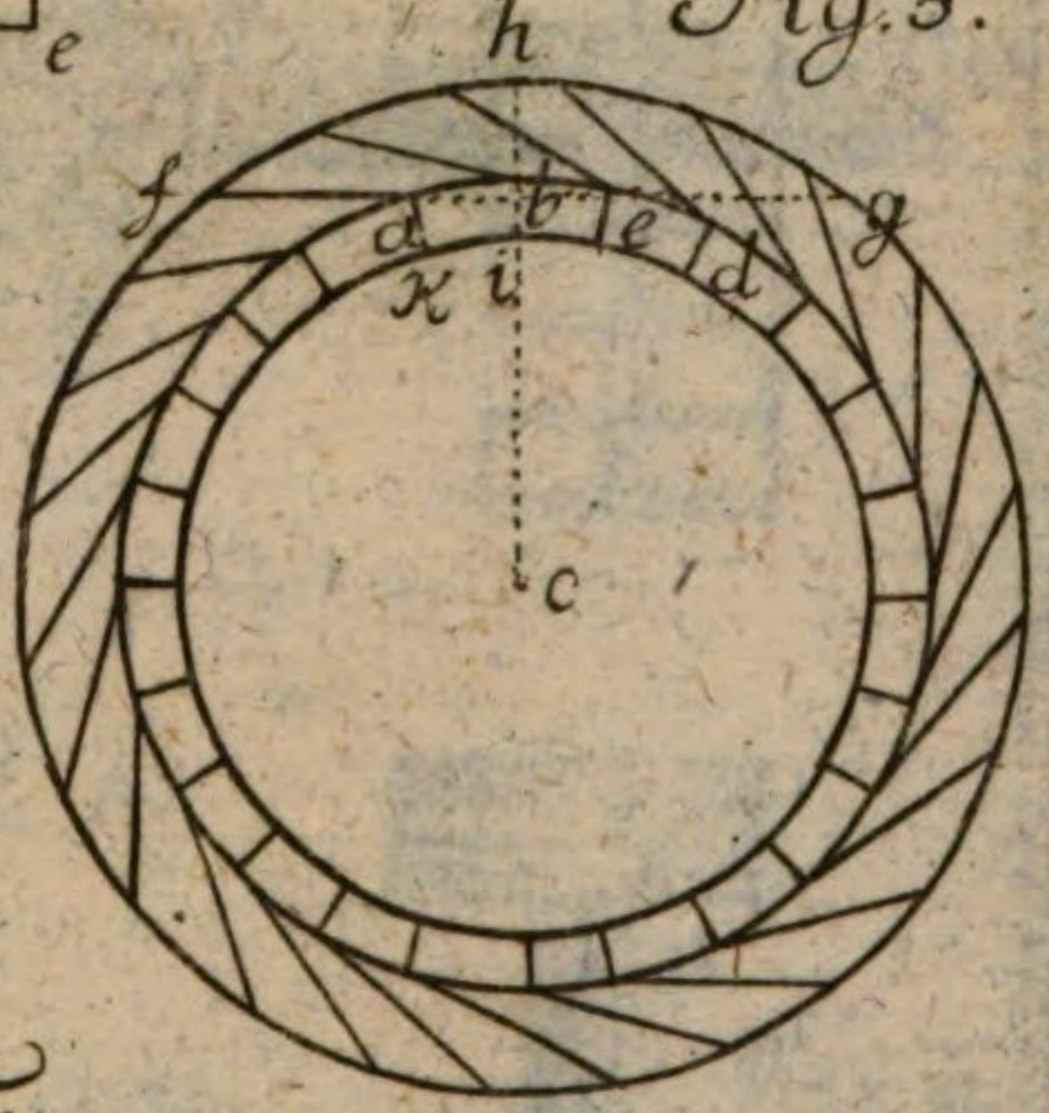


Fig. 6.

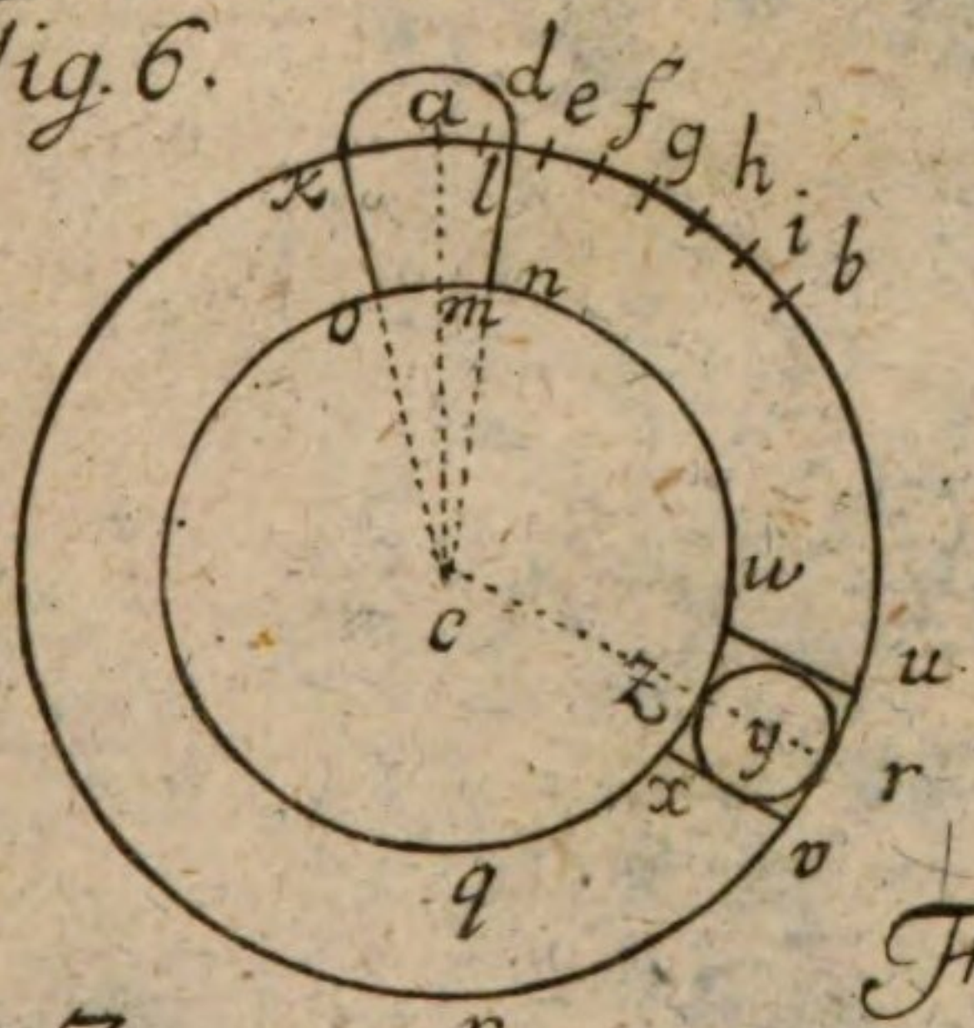


Fig. 7.

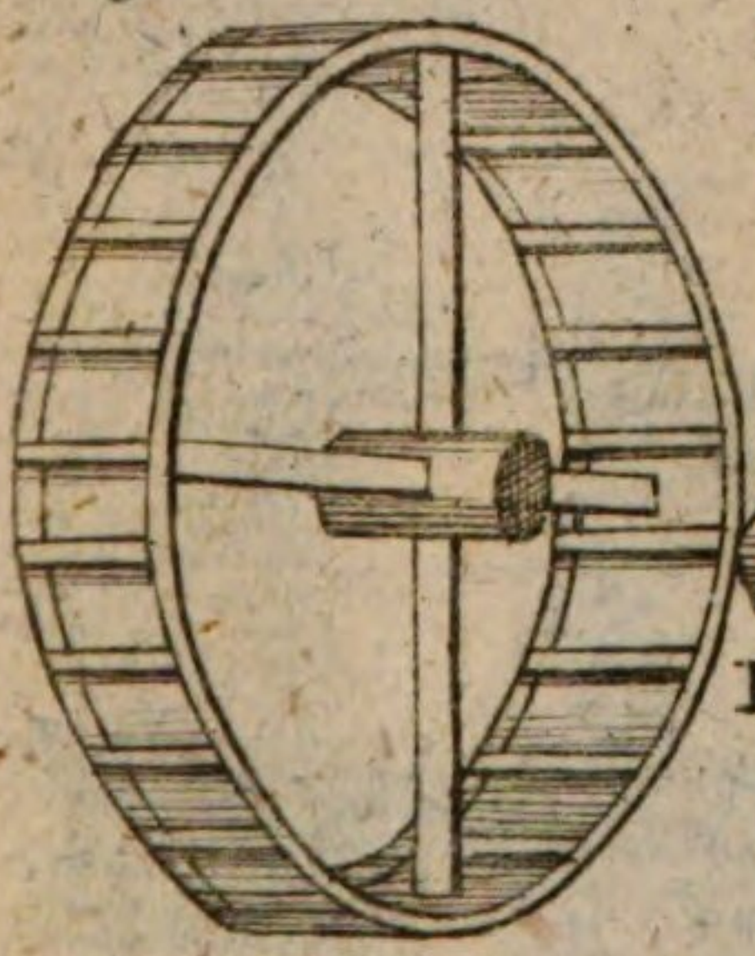


Fig. 8.

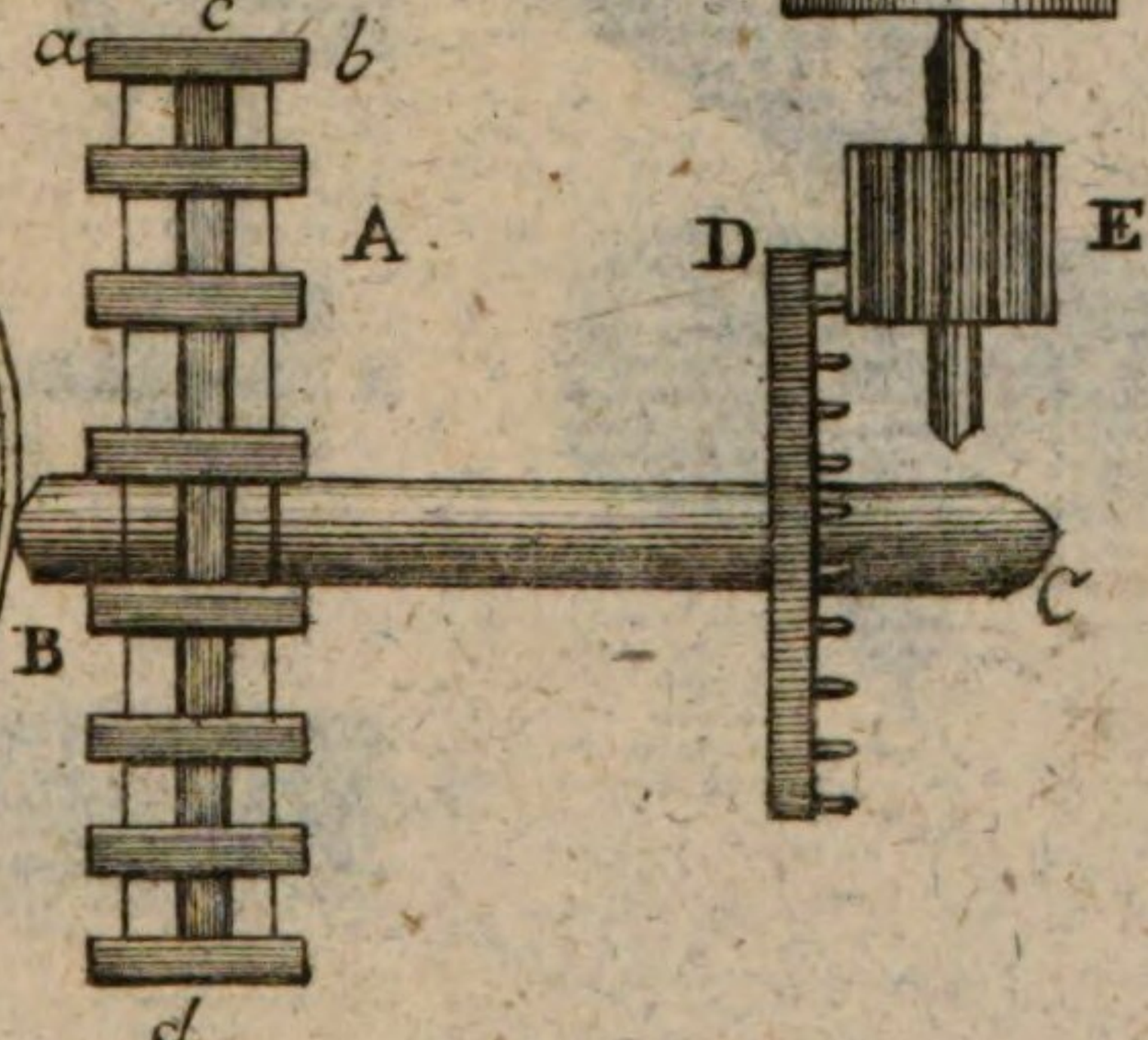


Fig. 1.

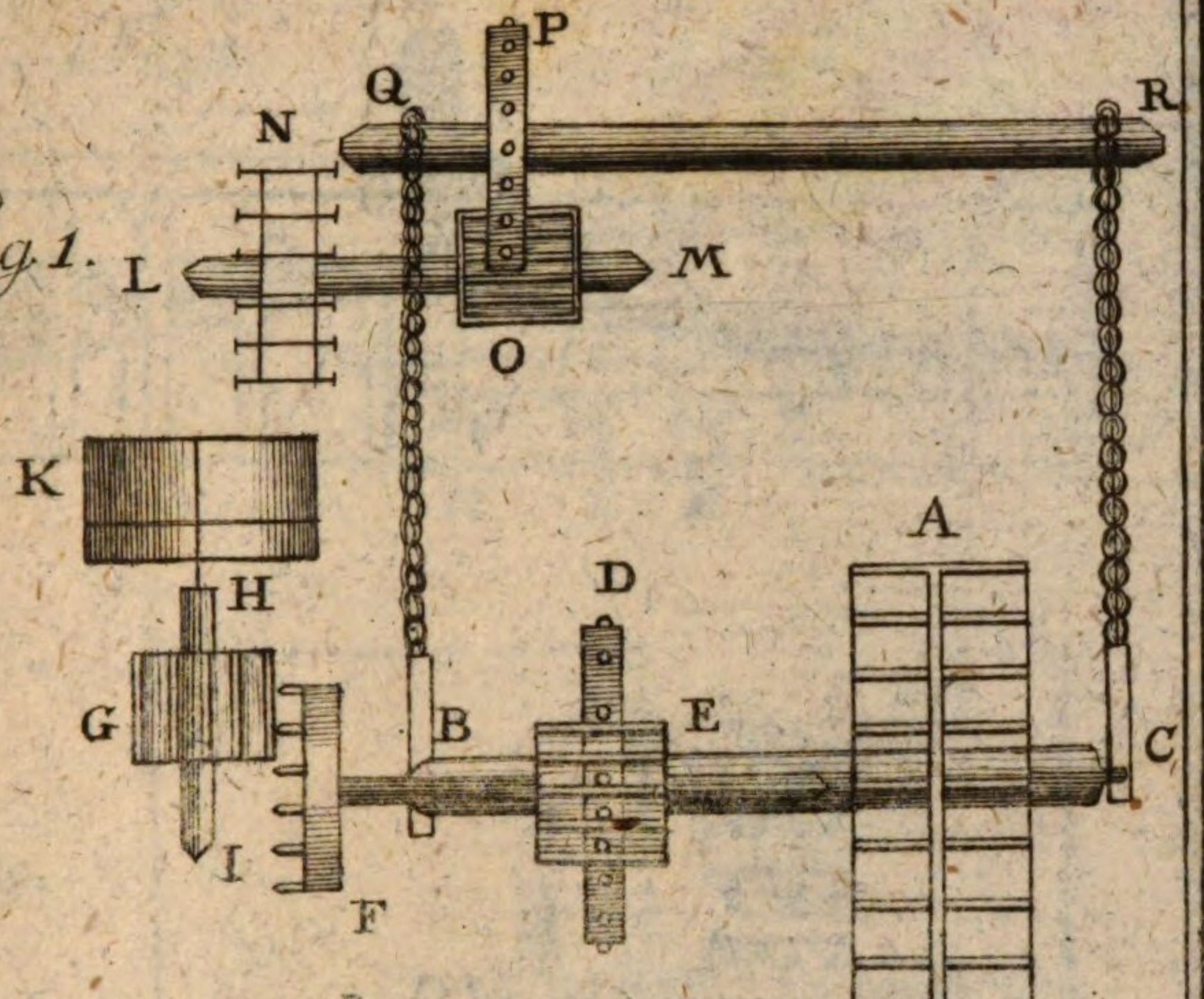


Fig. 3.

Fig. 2.

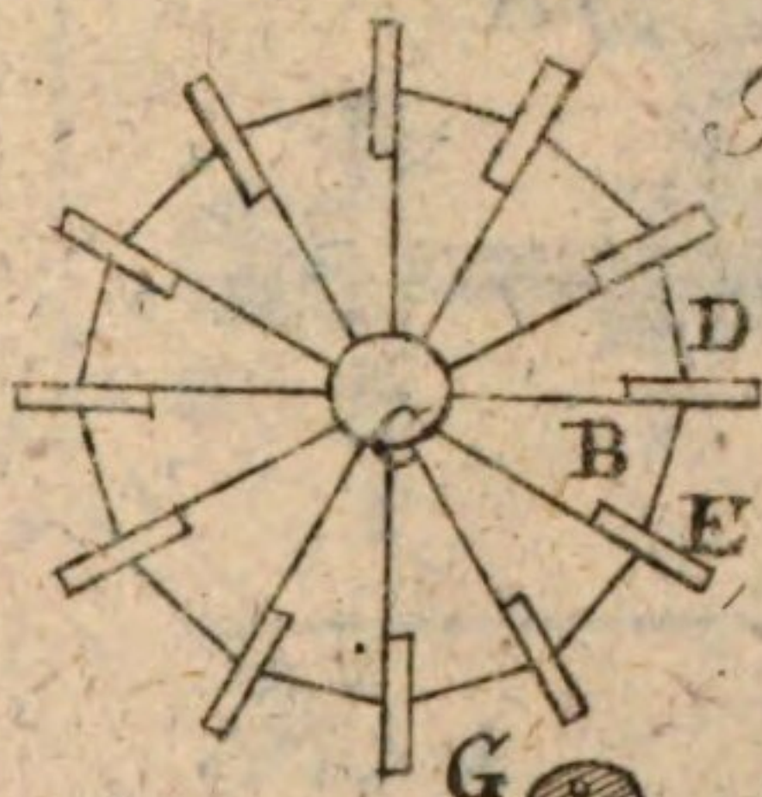
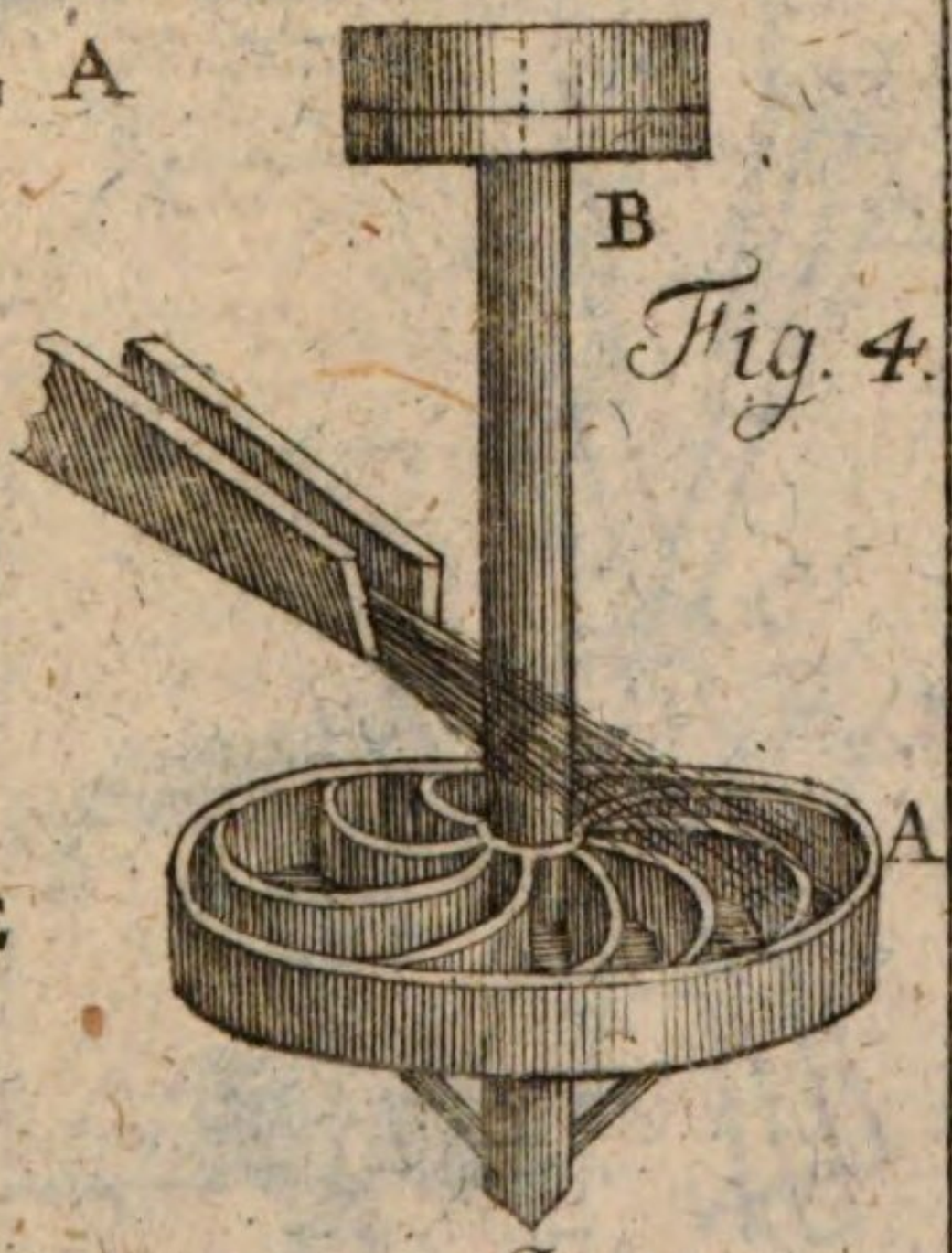


Fig. 4.



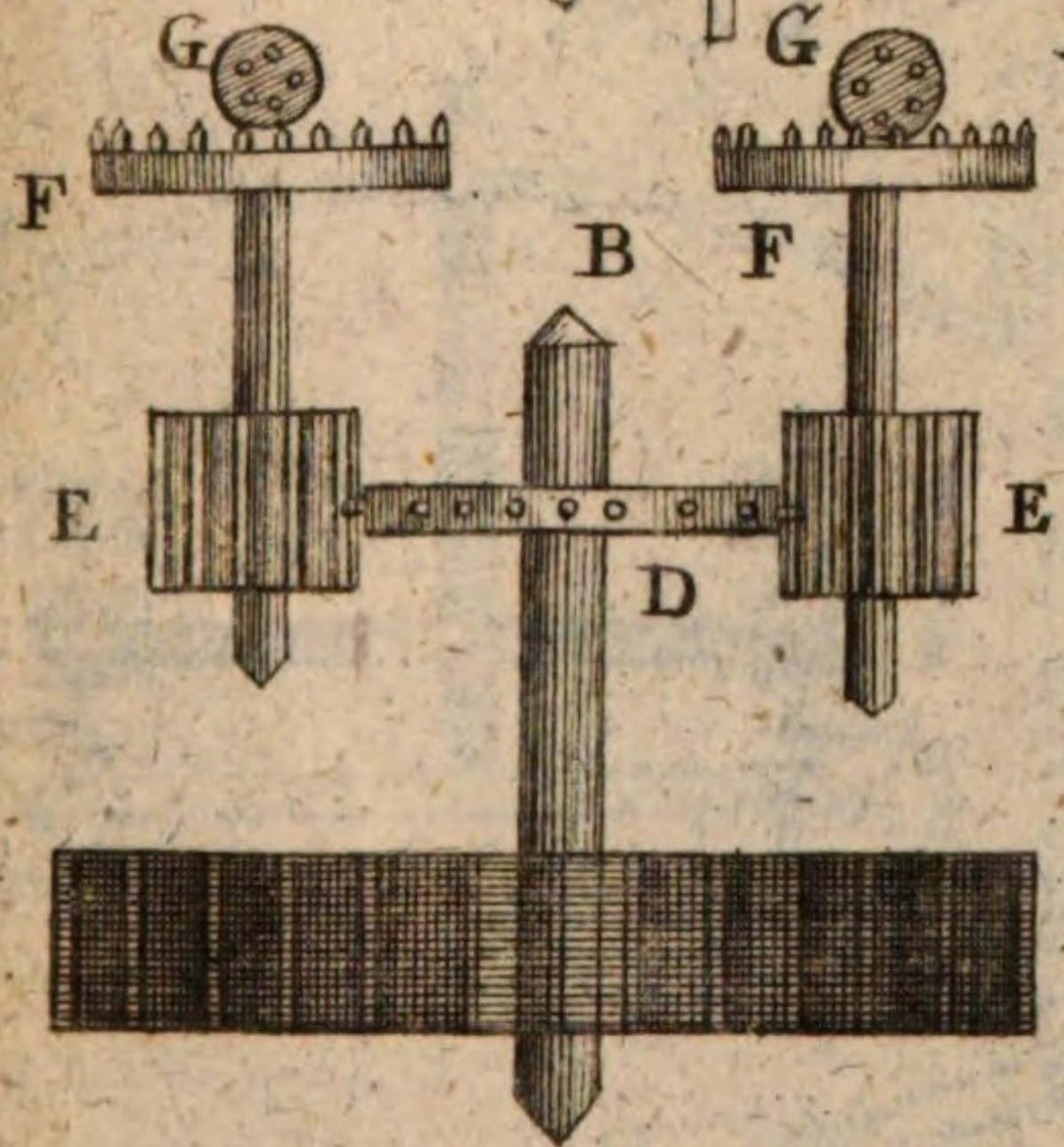


Fig. 1.

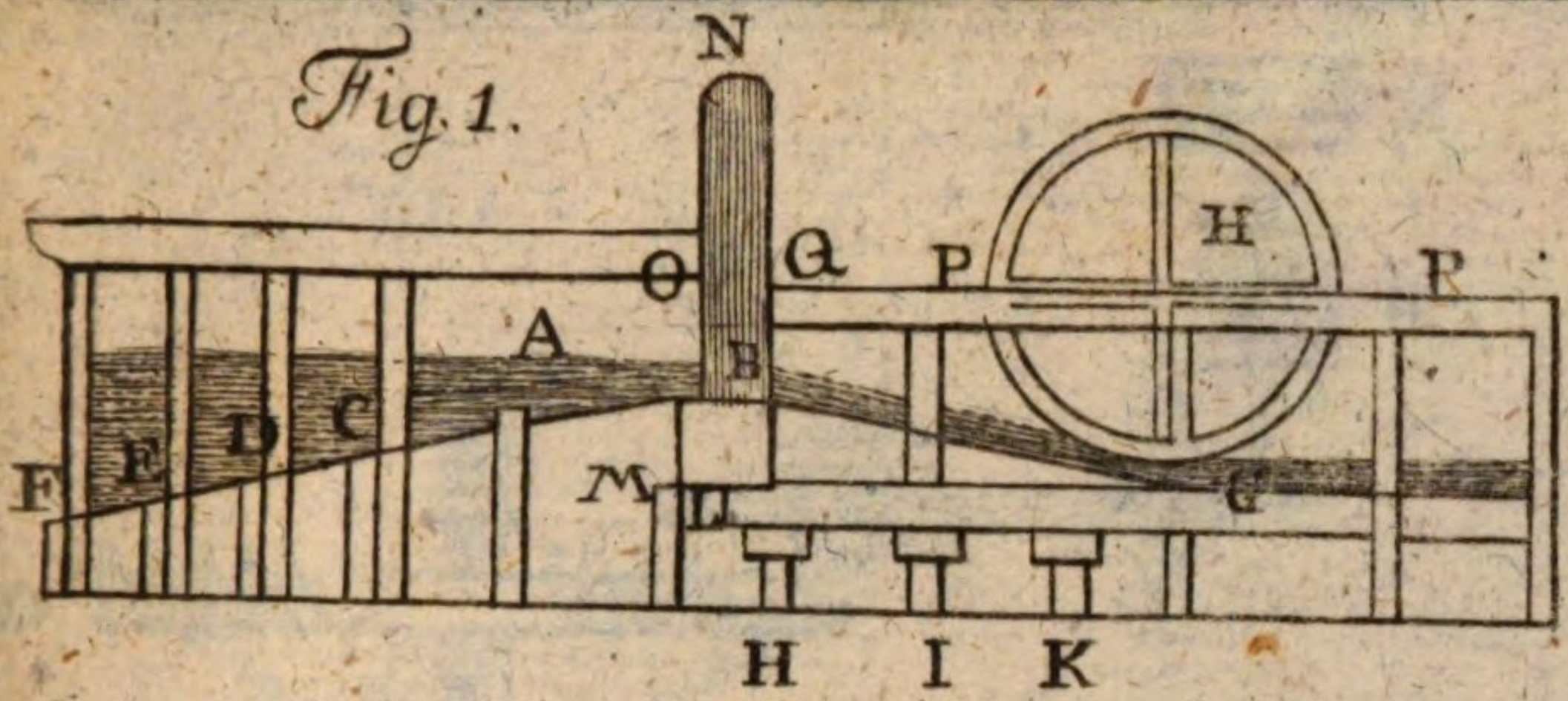


Fig. 2.

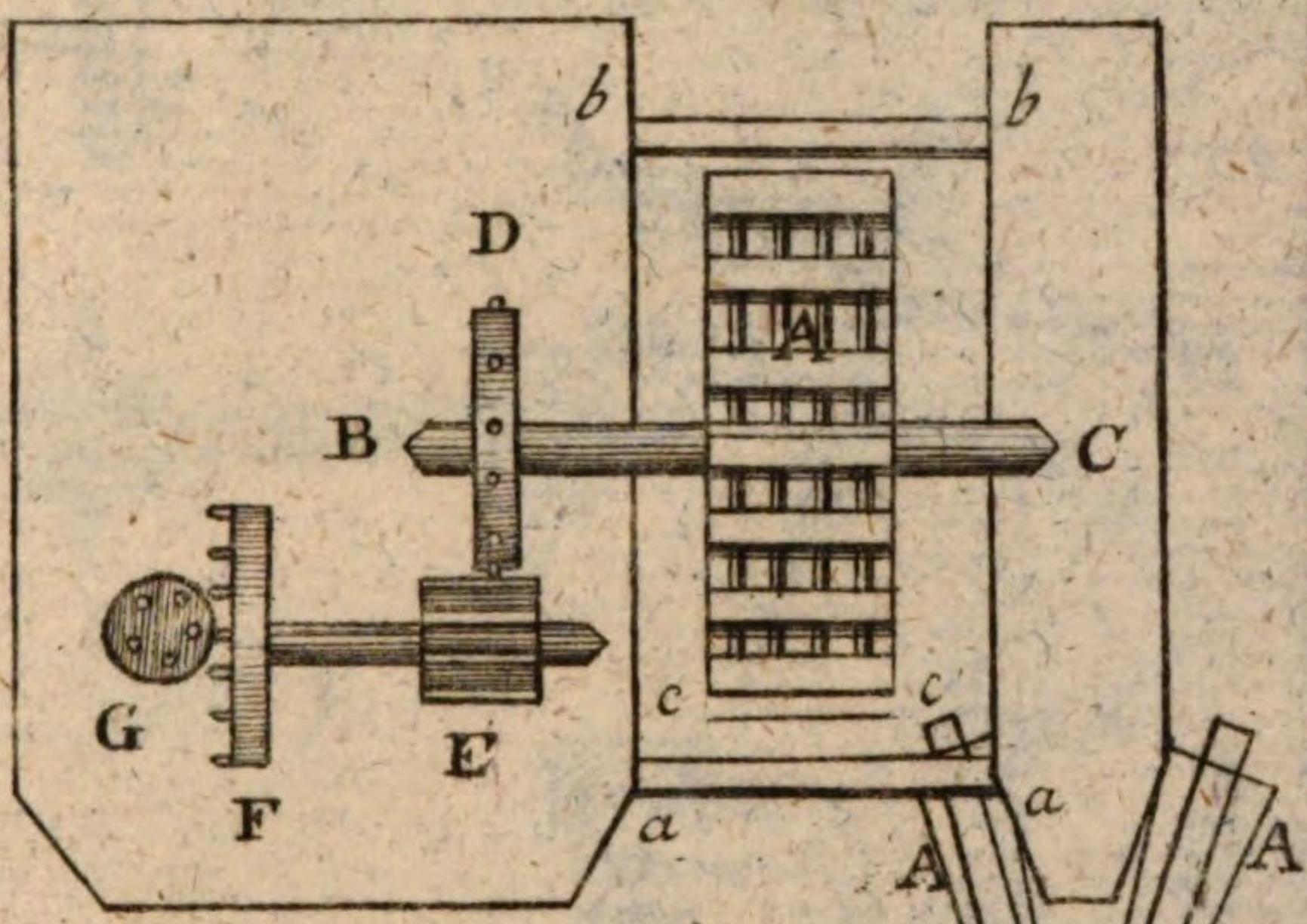
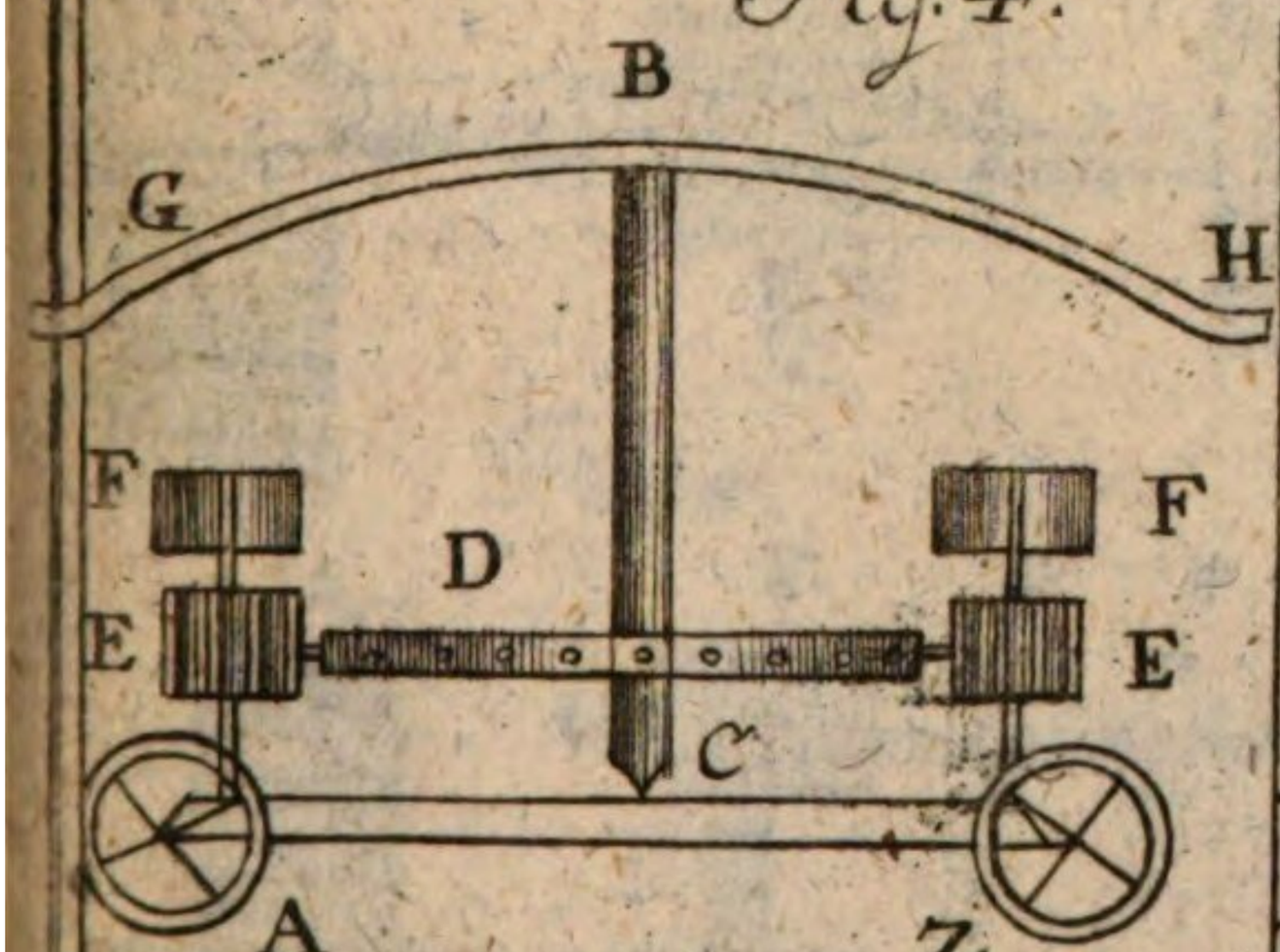


Fig. 4.



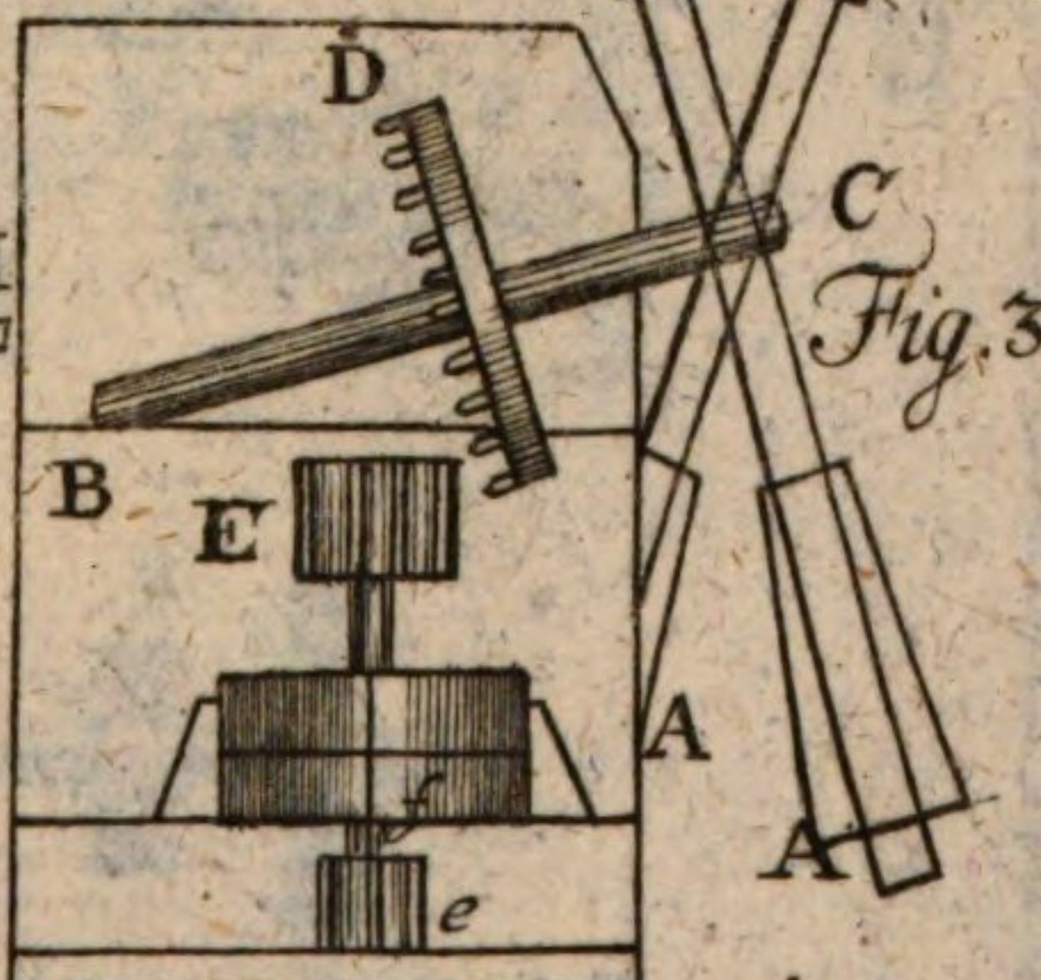


Fig. 3.

Fig. 1.

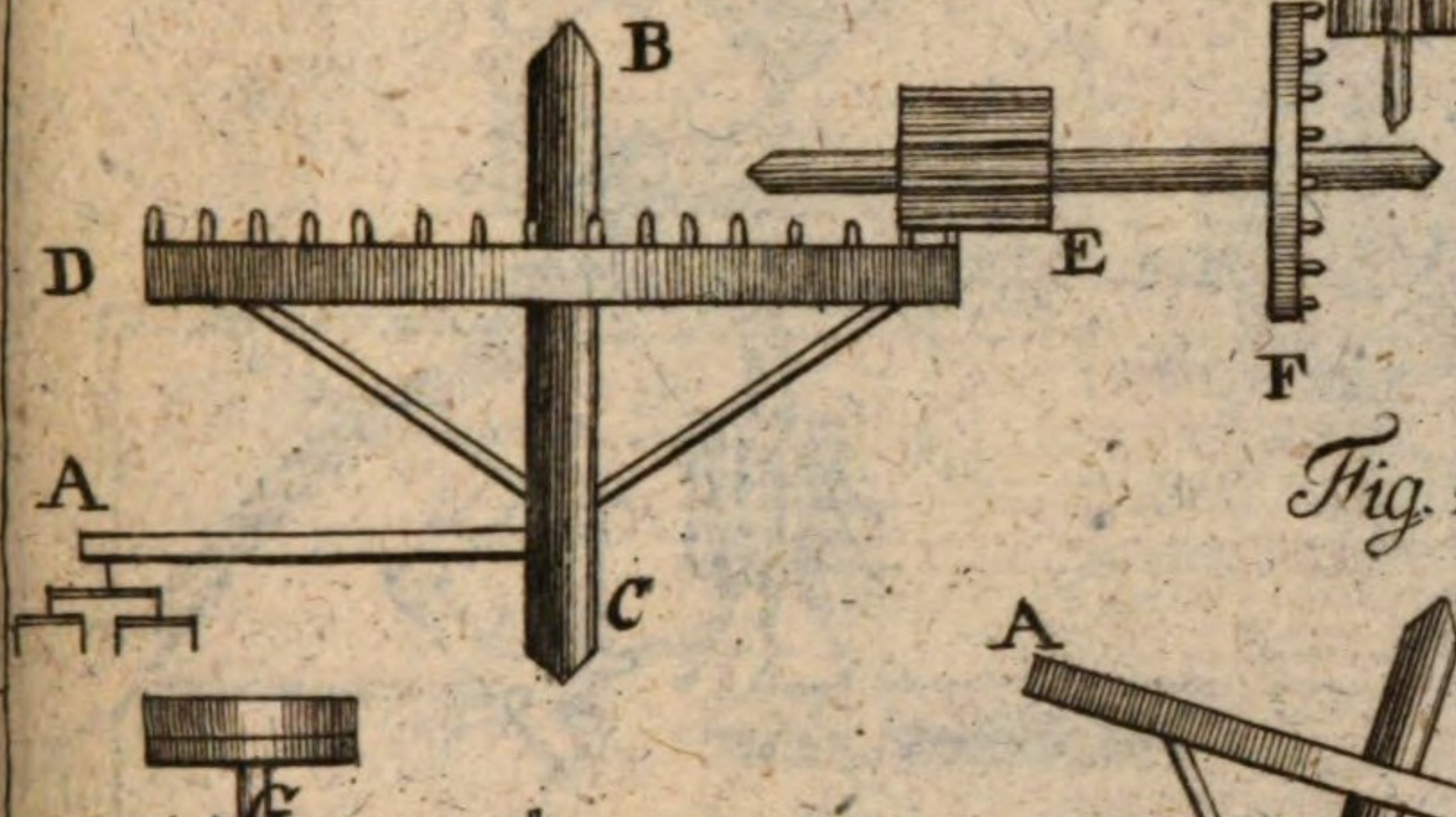
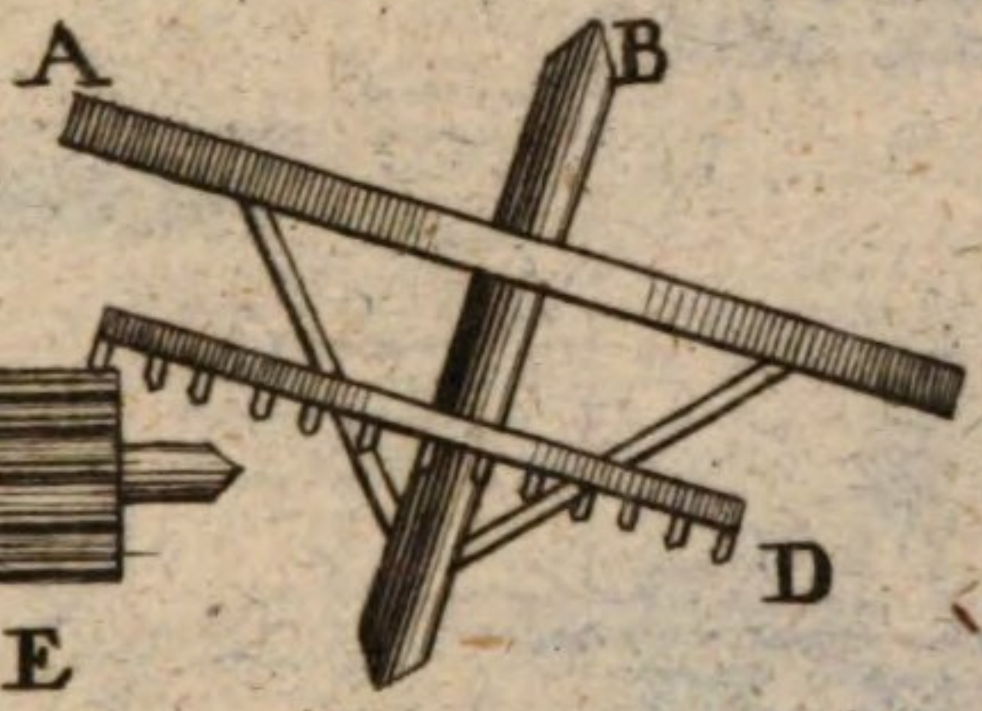


Fig. 2.



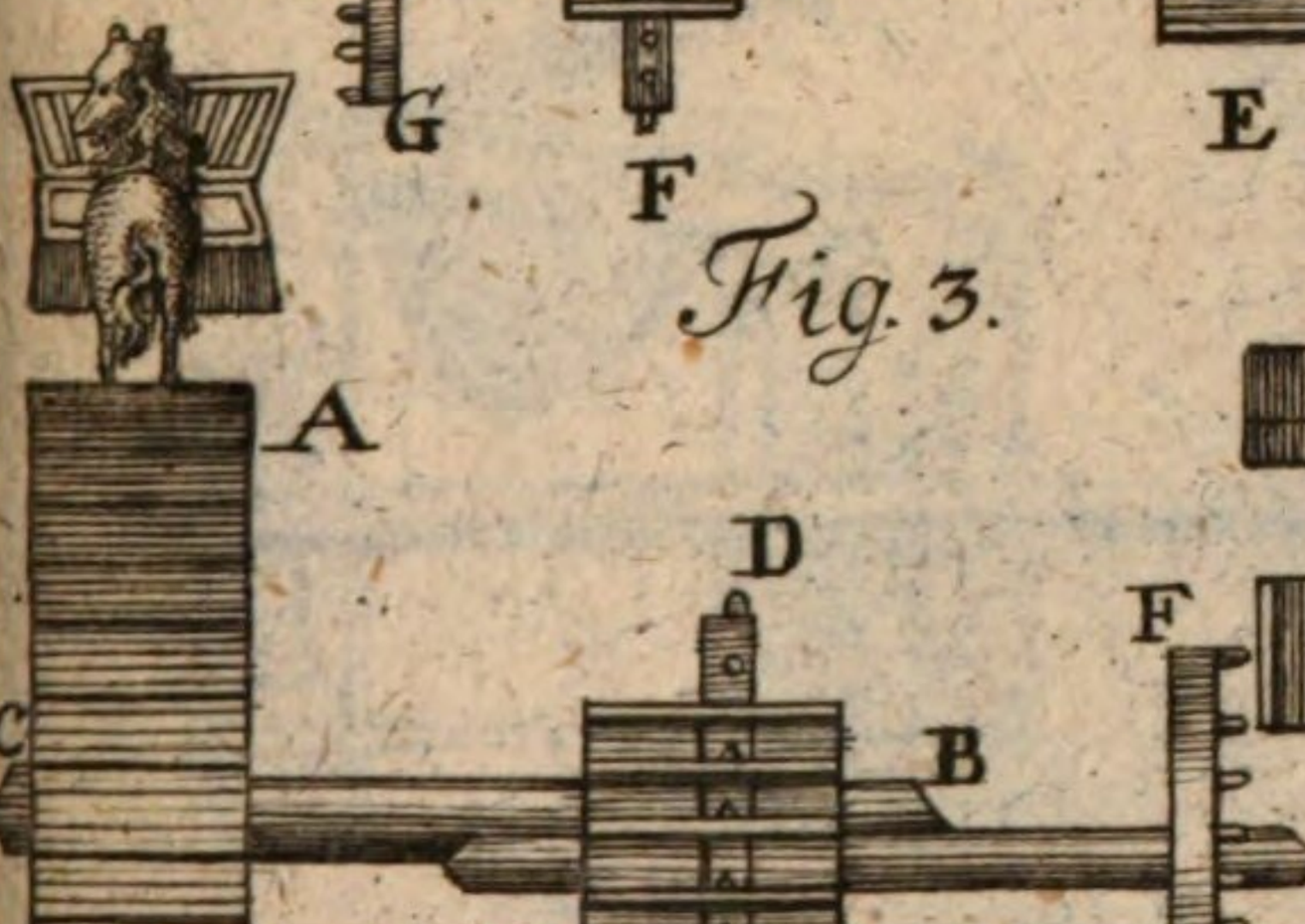


Fig. 3.

Fig. 5.

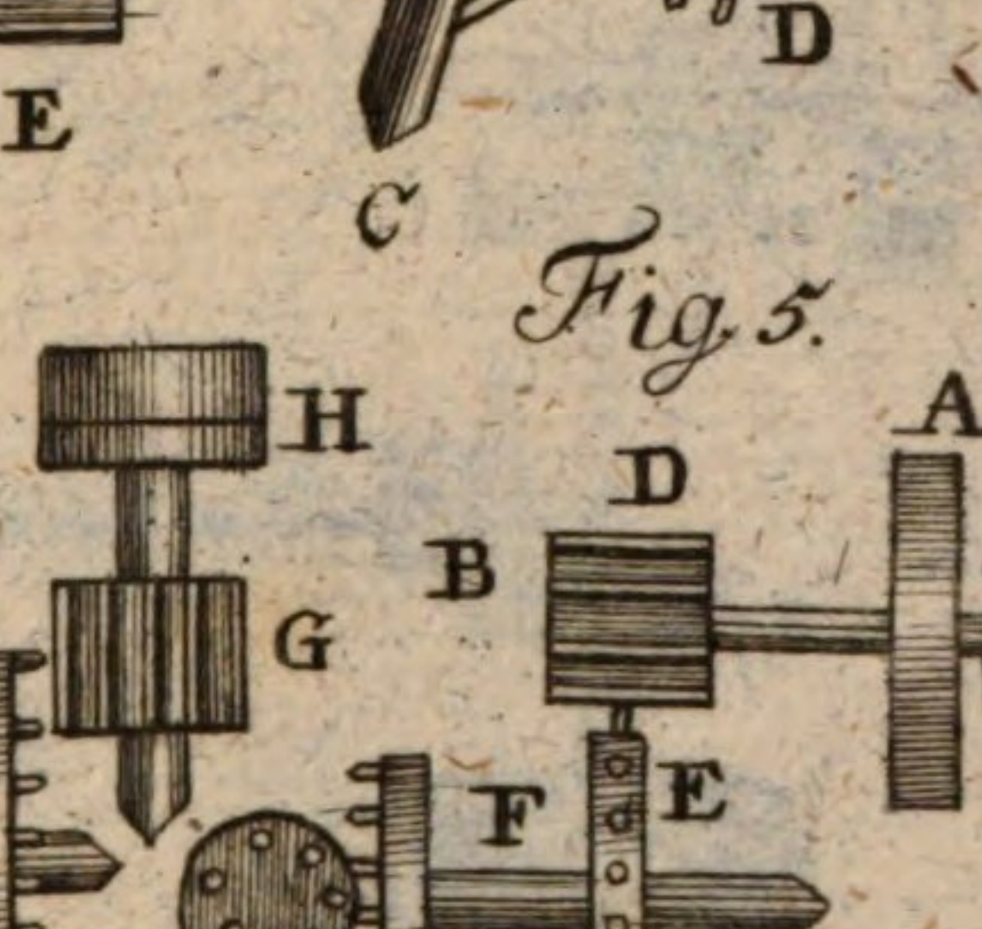
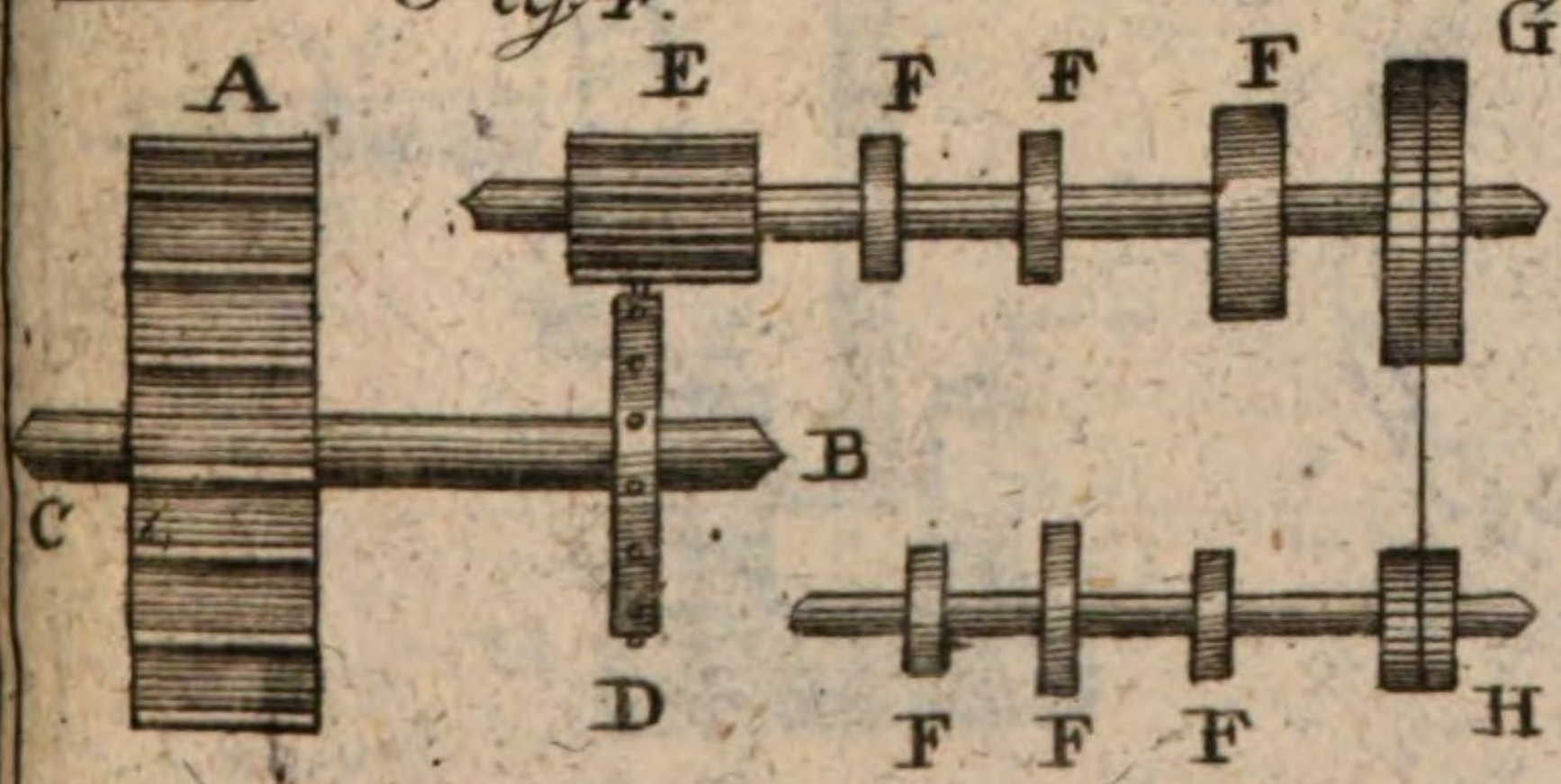


Fig. 4.



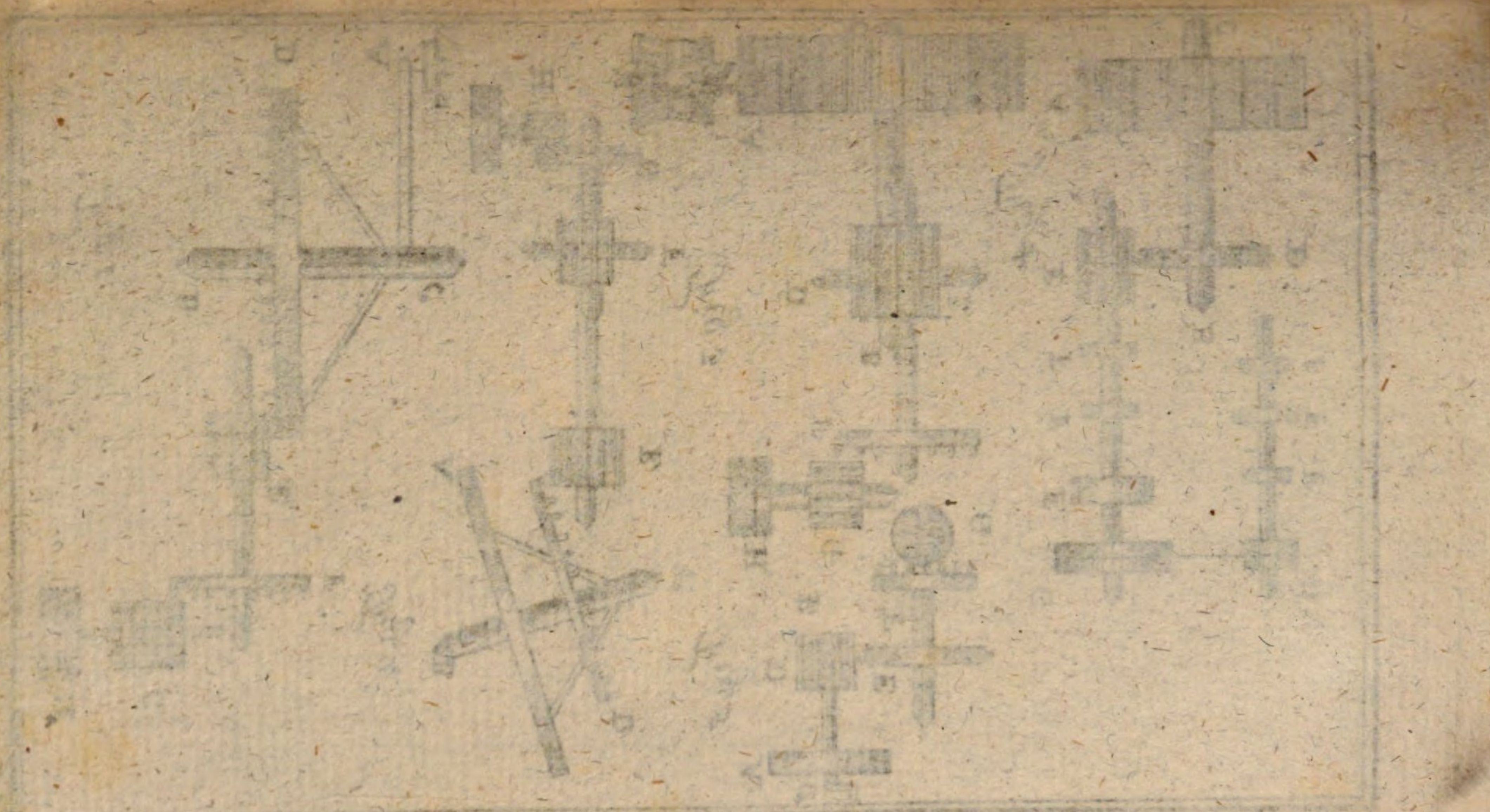


Fig. 1.

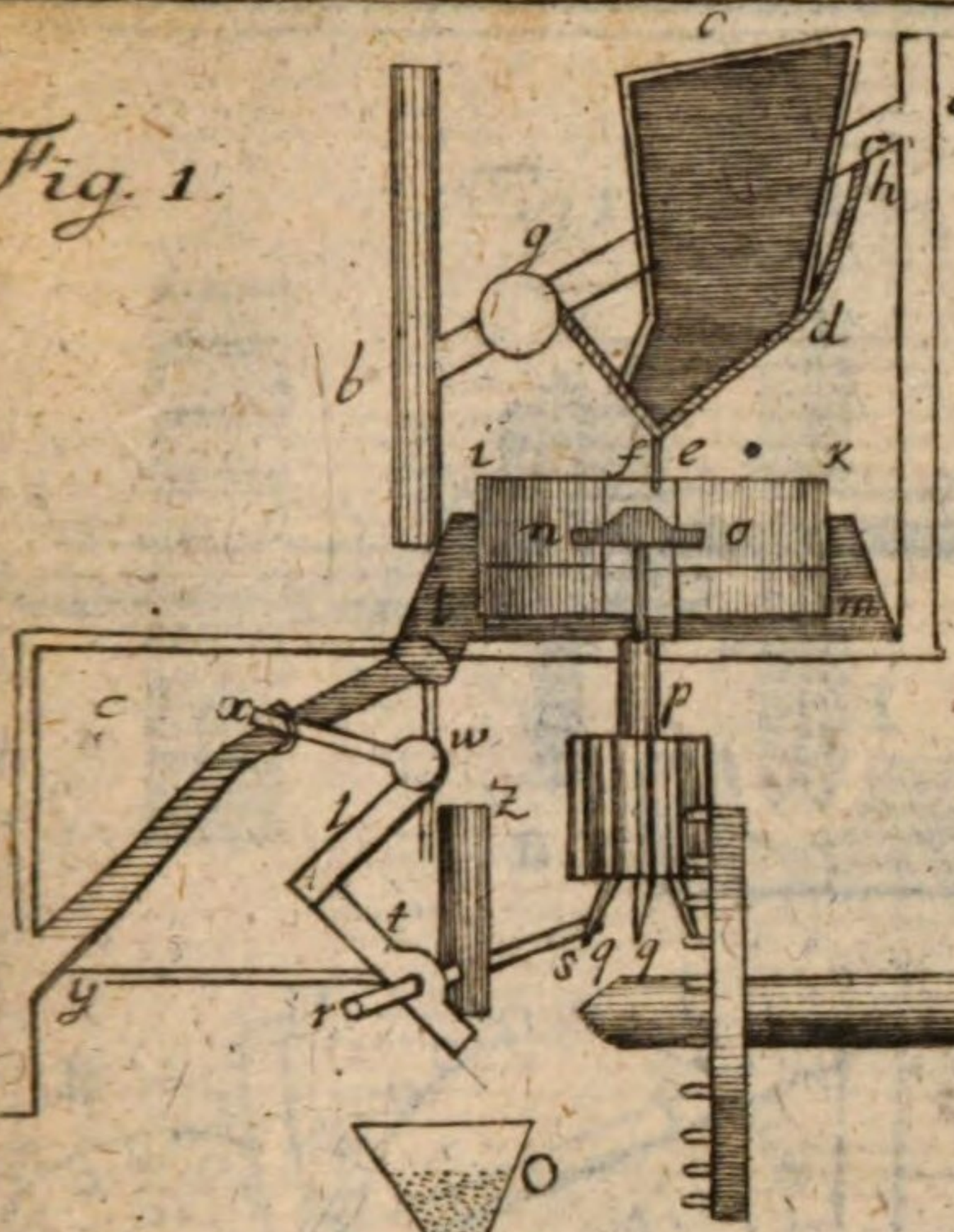


Fig. 3.

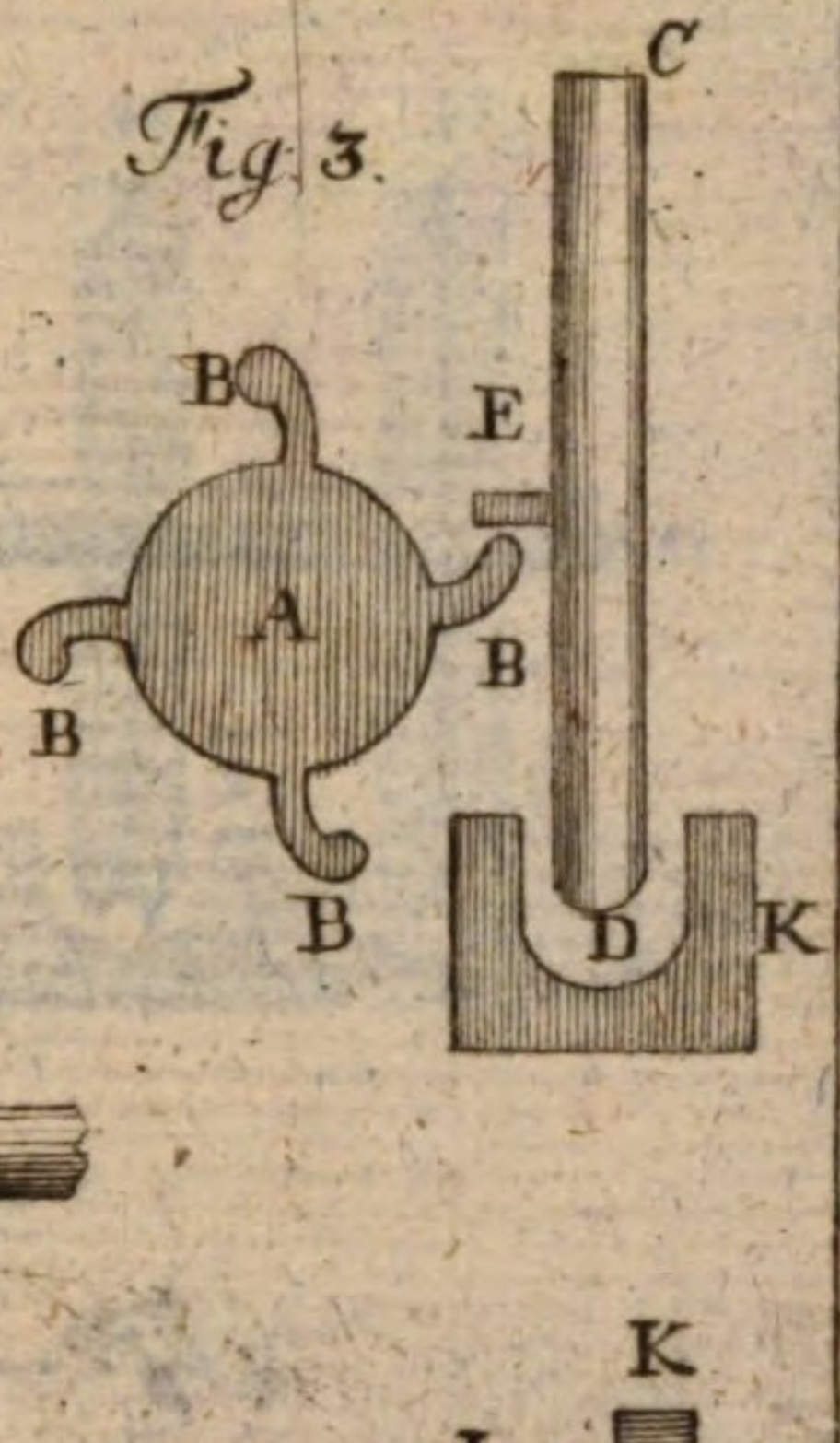


Fig. 2.

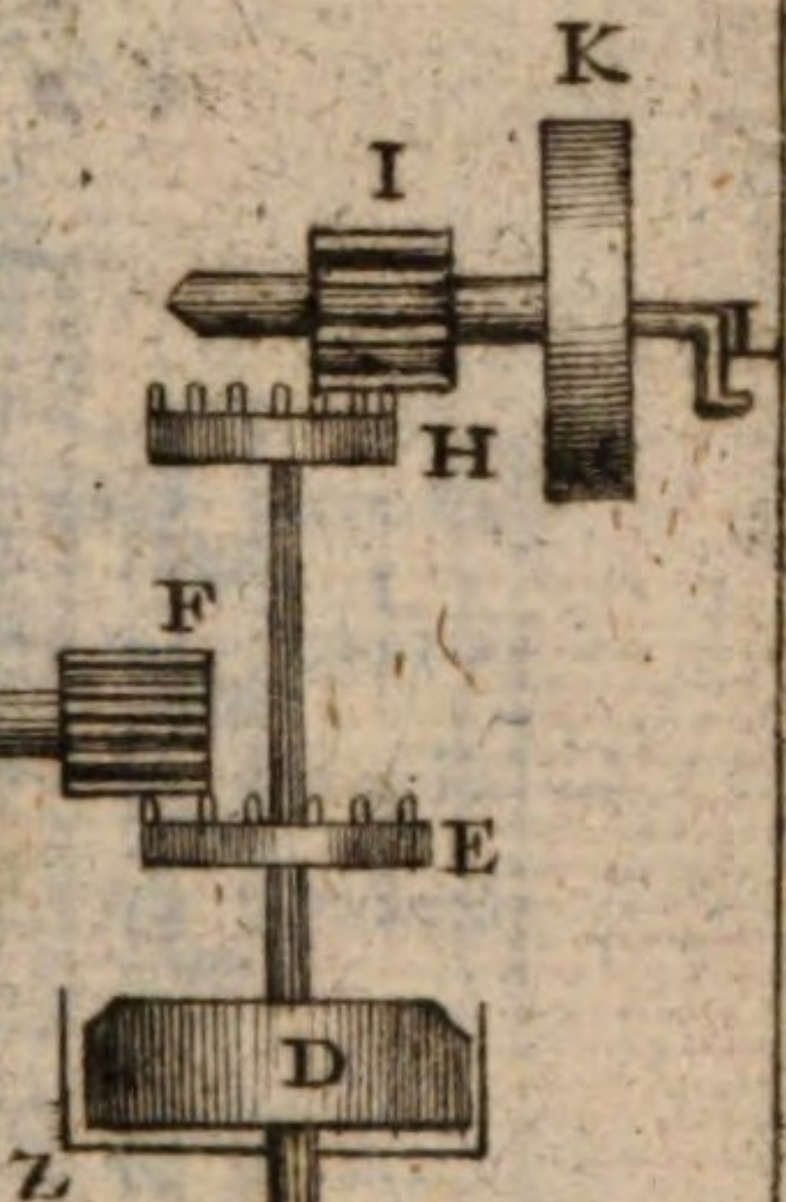


Fig. 4.

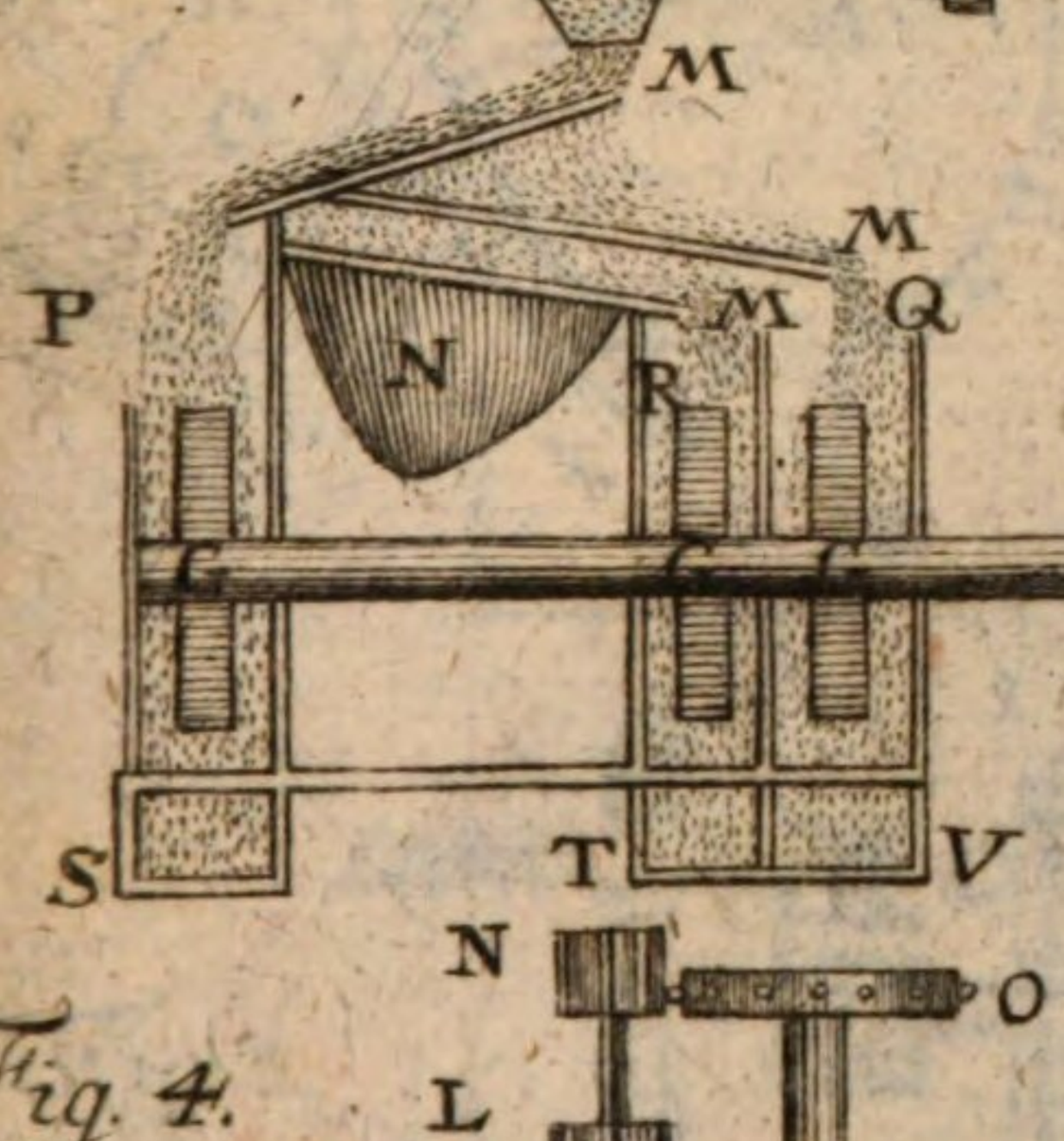
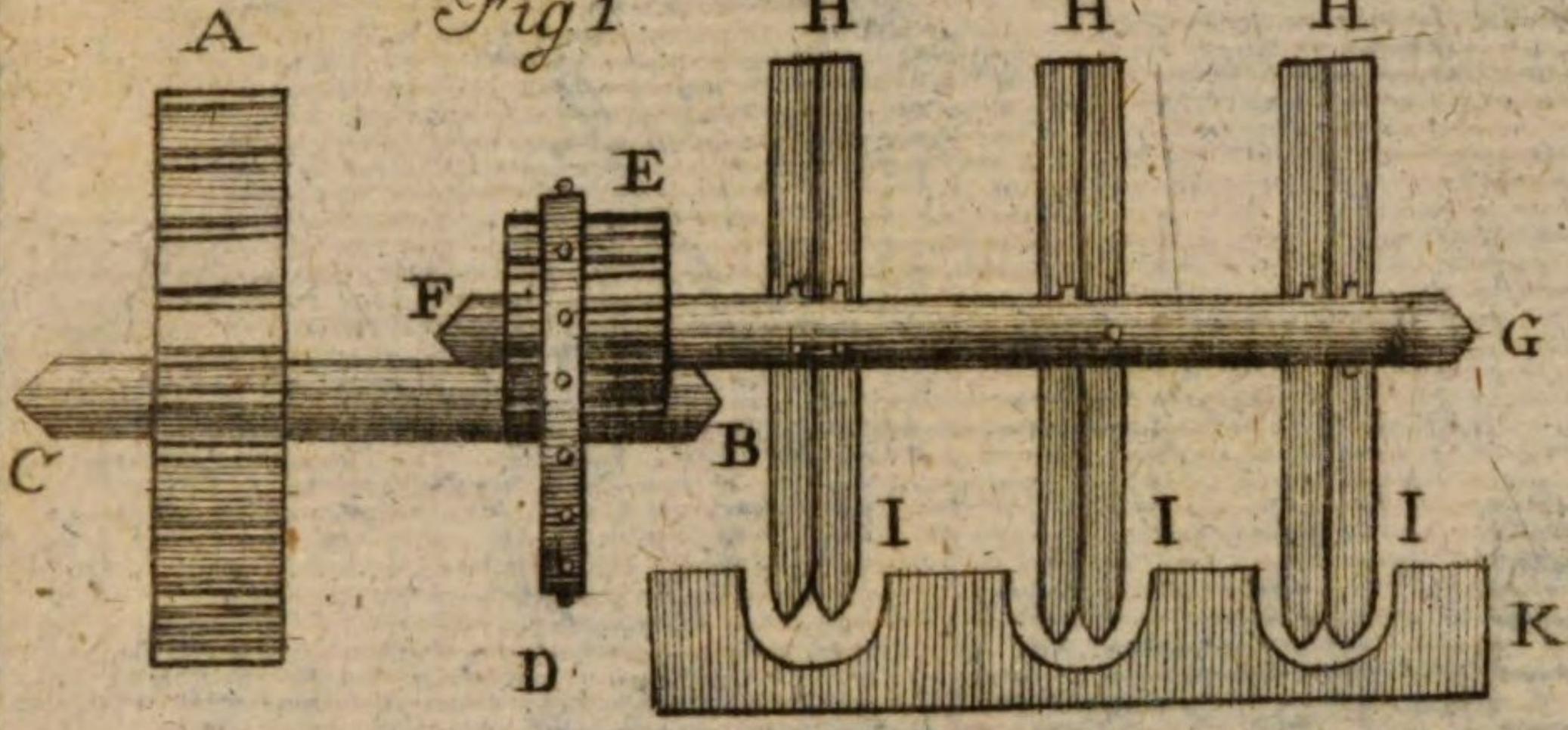


Fig 1



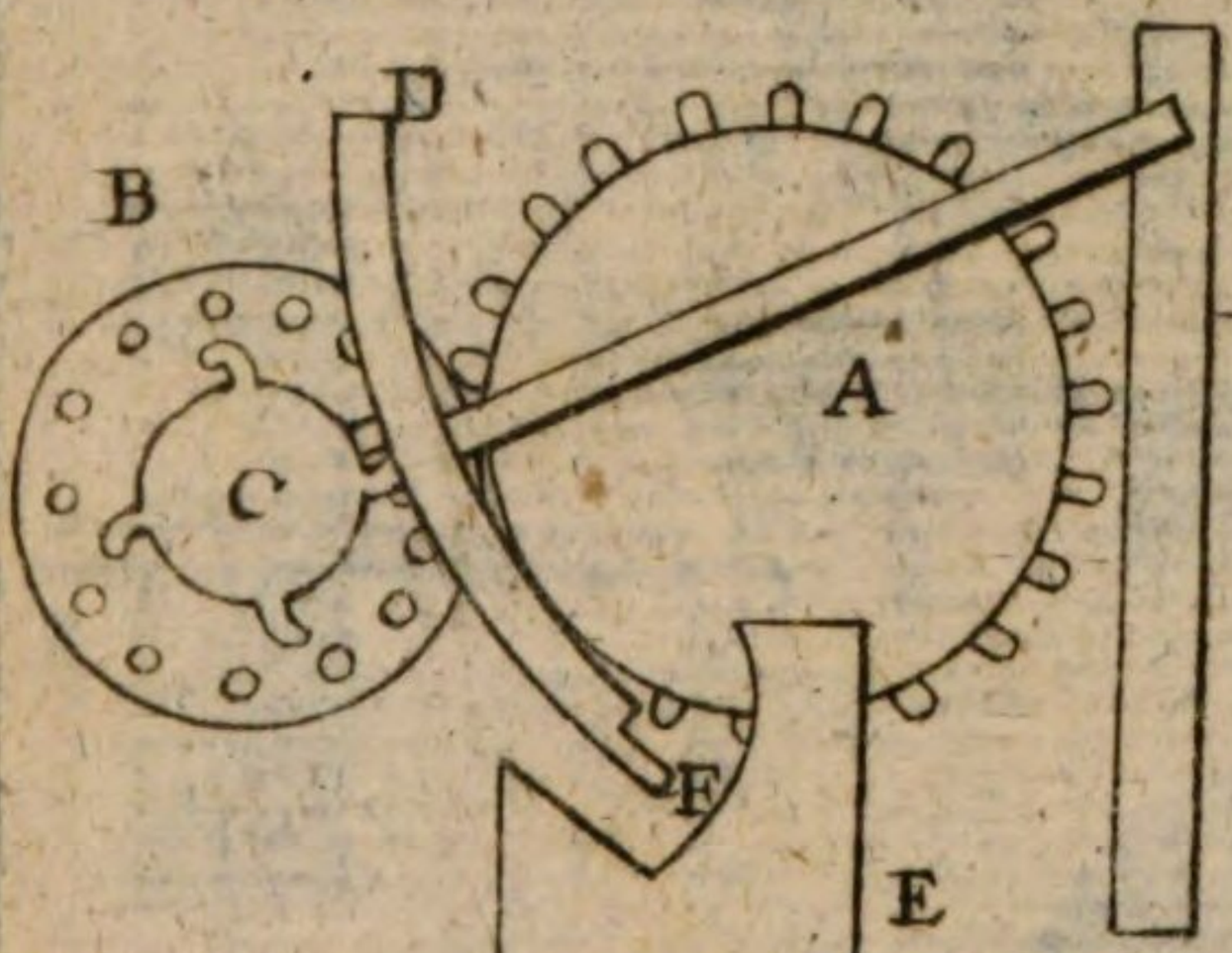
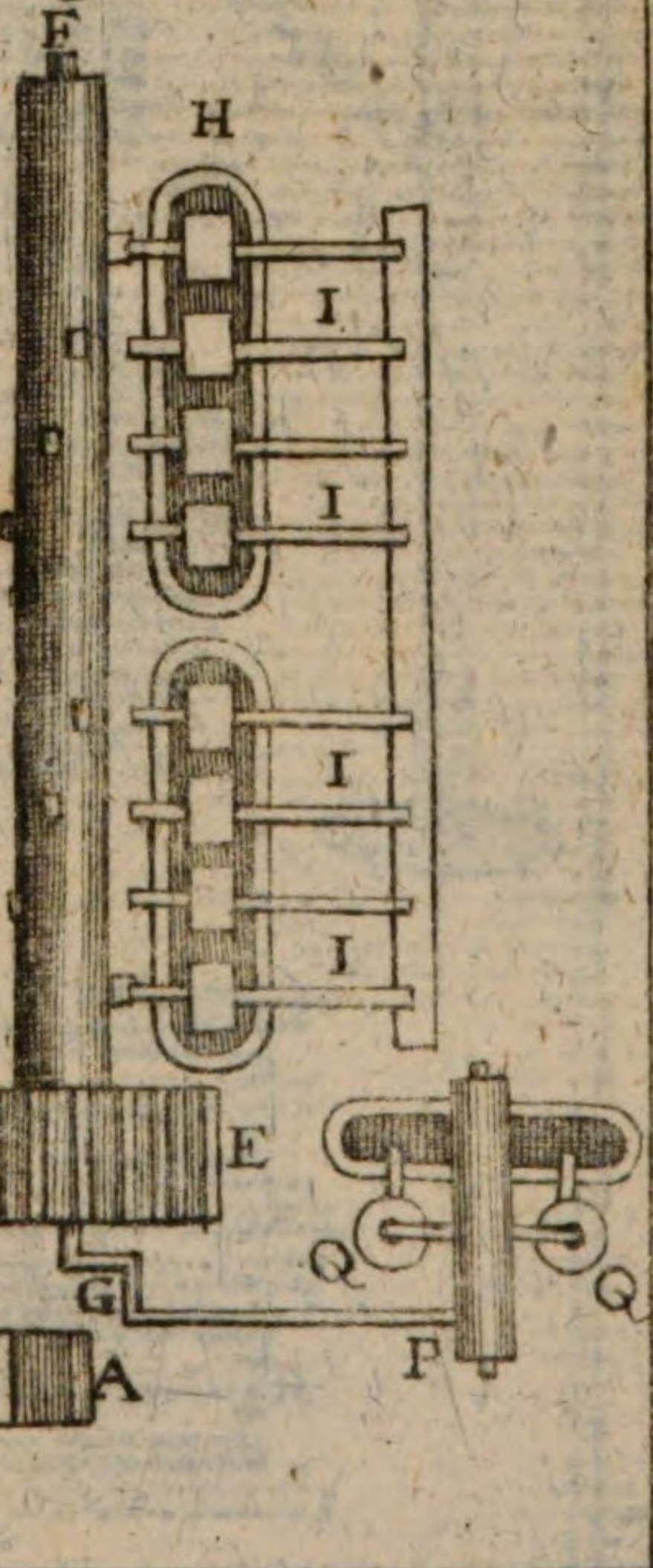


Fig. 2.



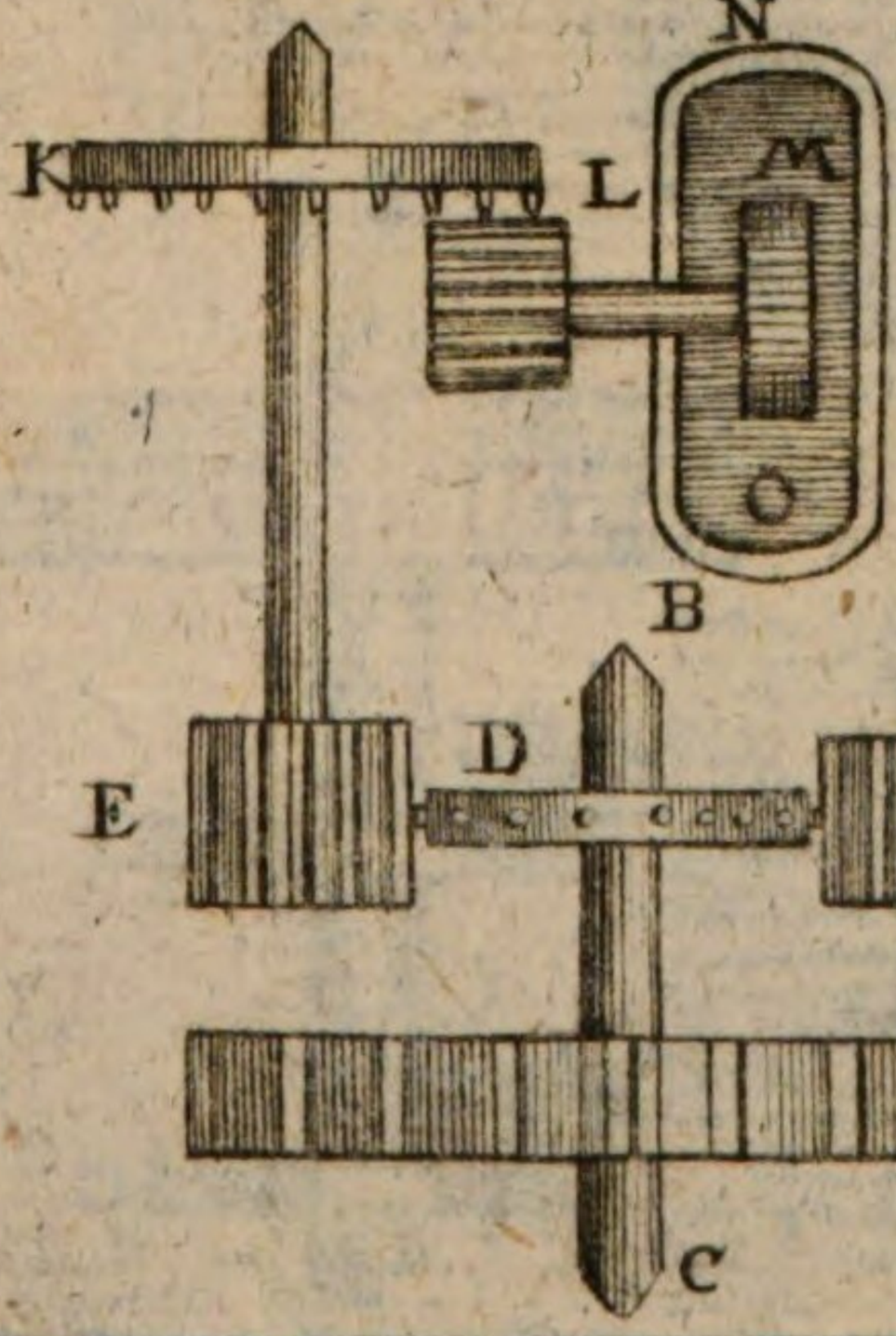
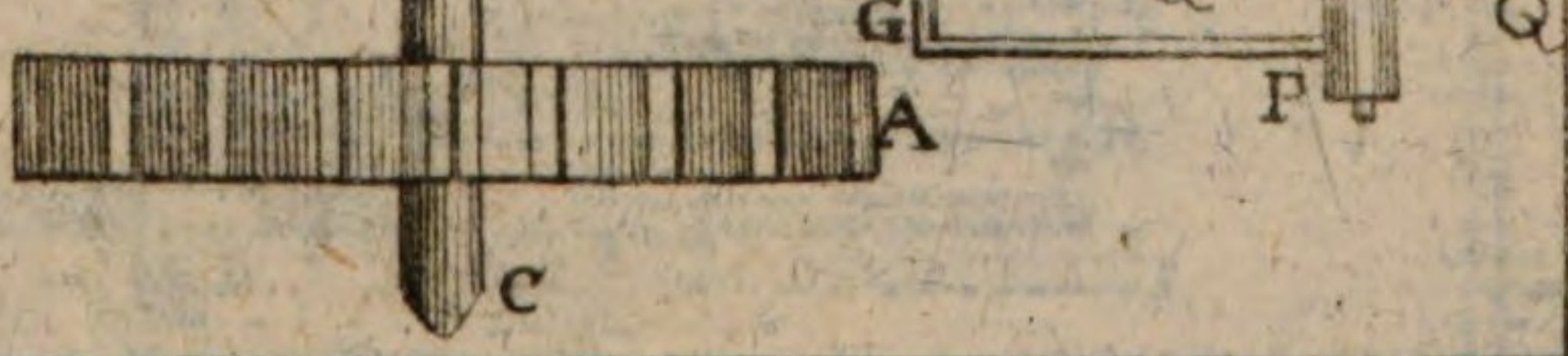
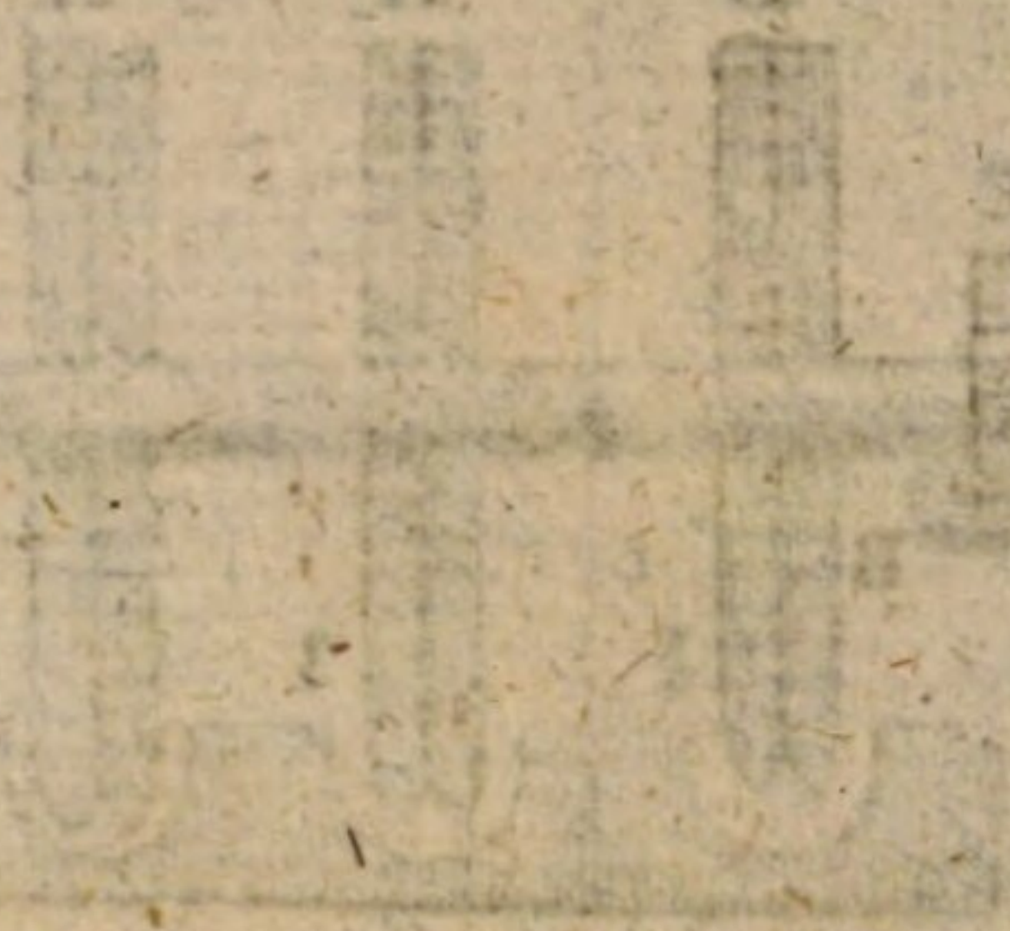


Fig. 3.



Zu Eiberh. Beitr.


H
M

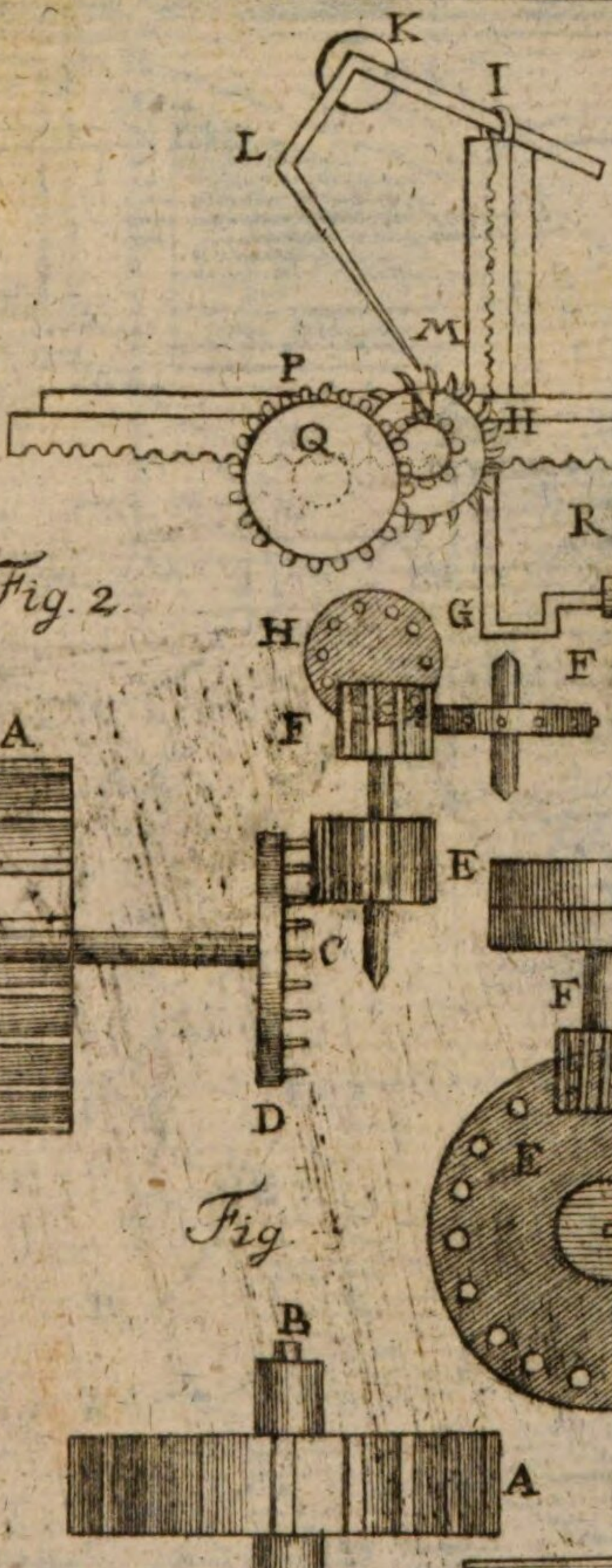


Fig. 1.

Fig. 2.

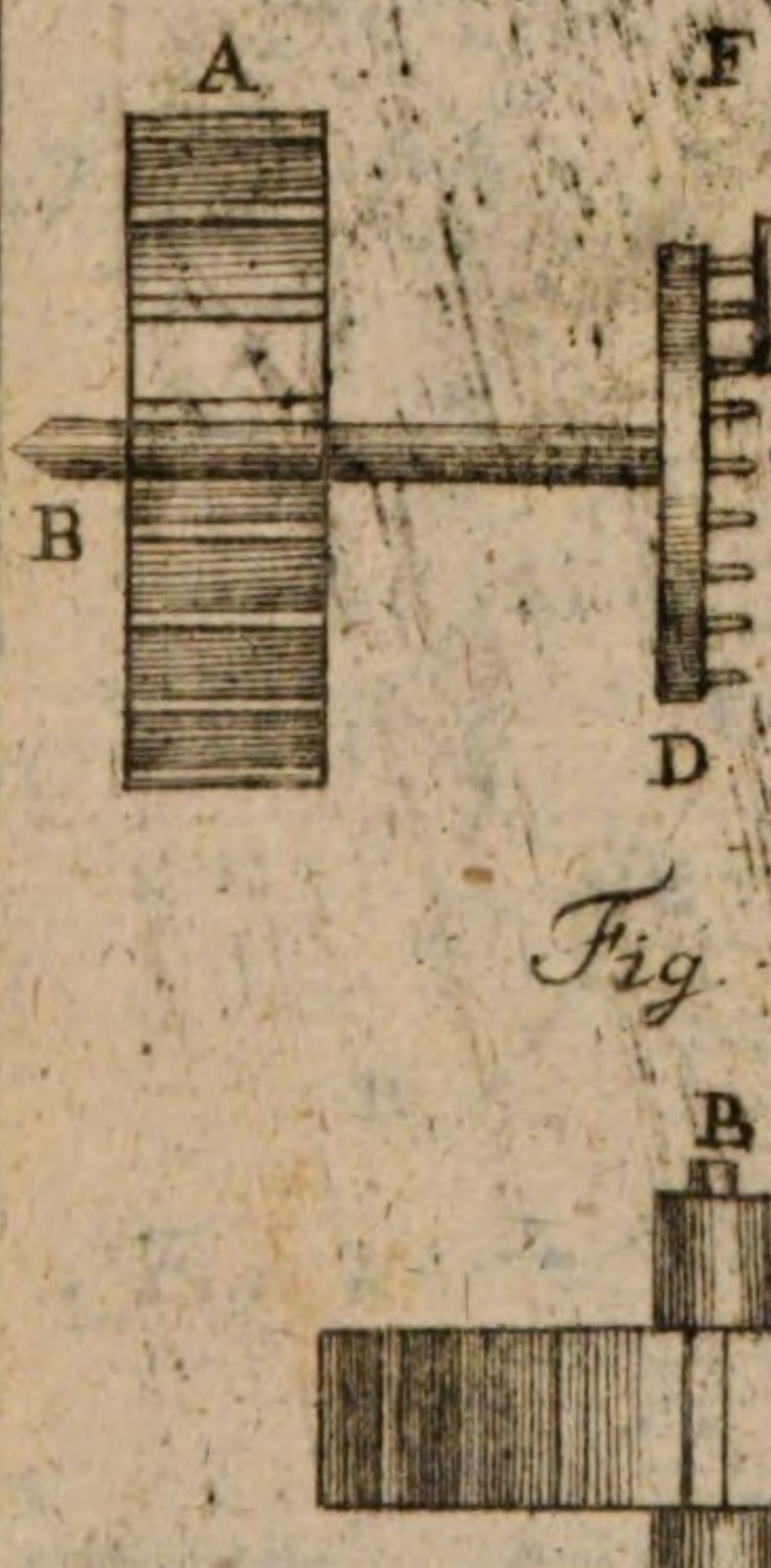


Fig. 3.

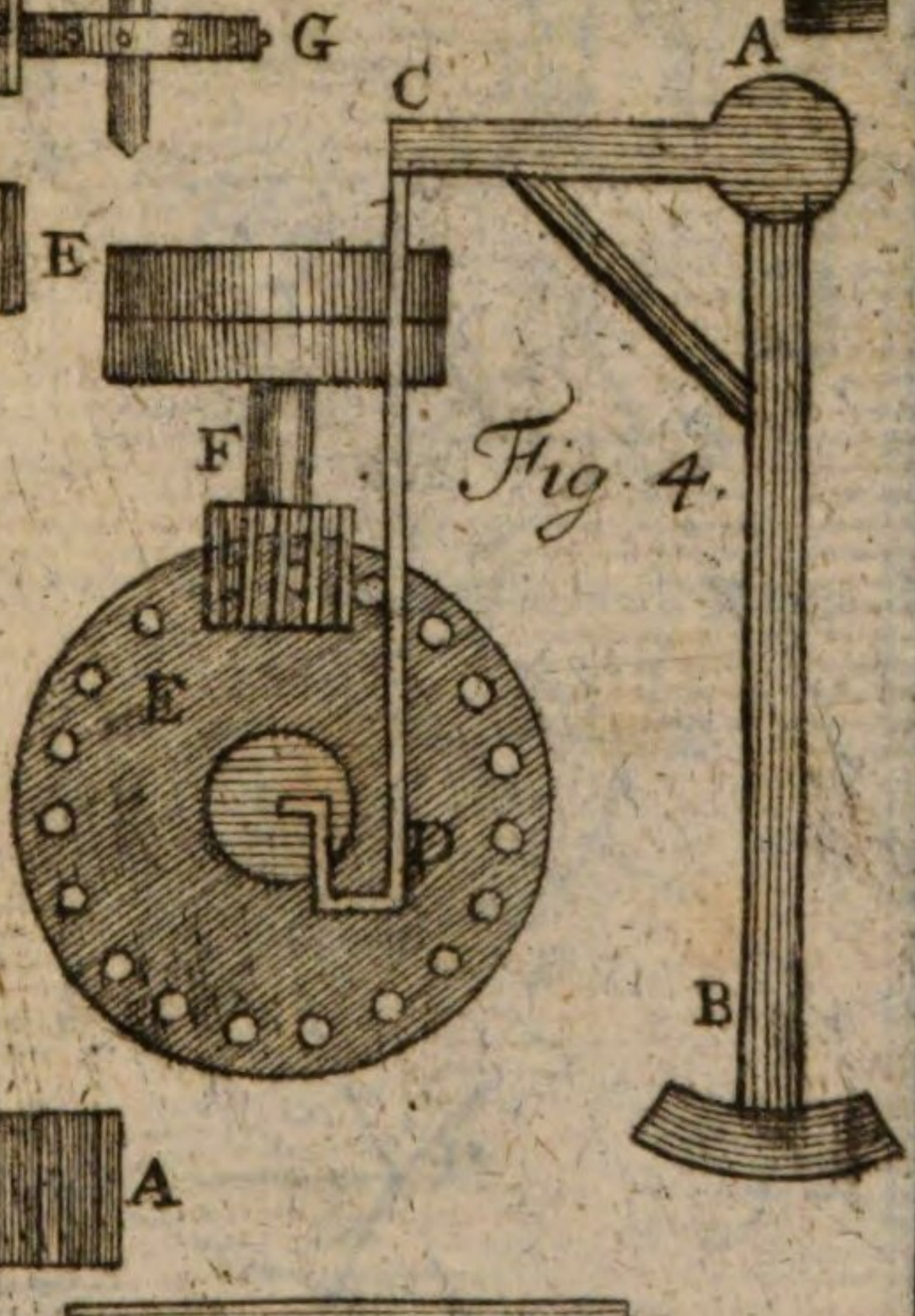
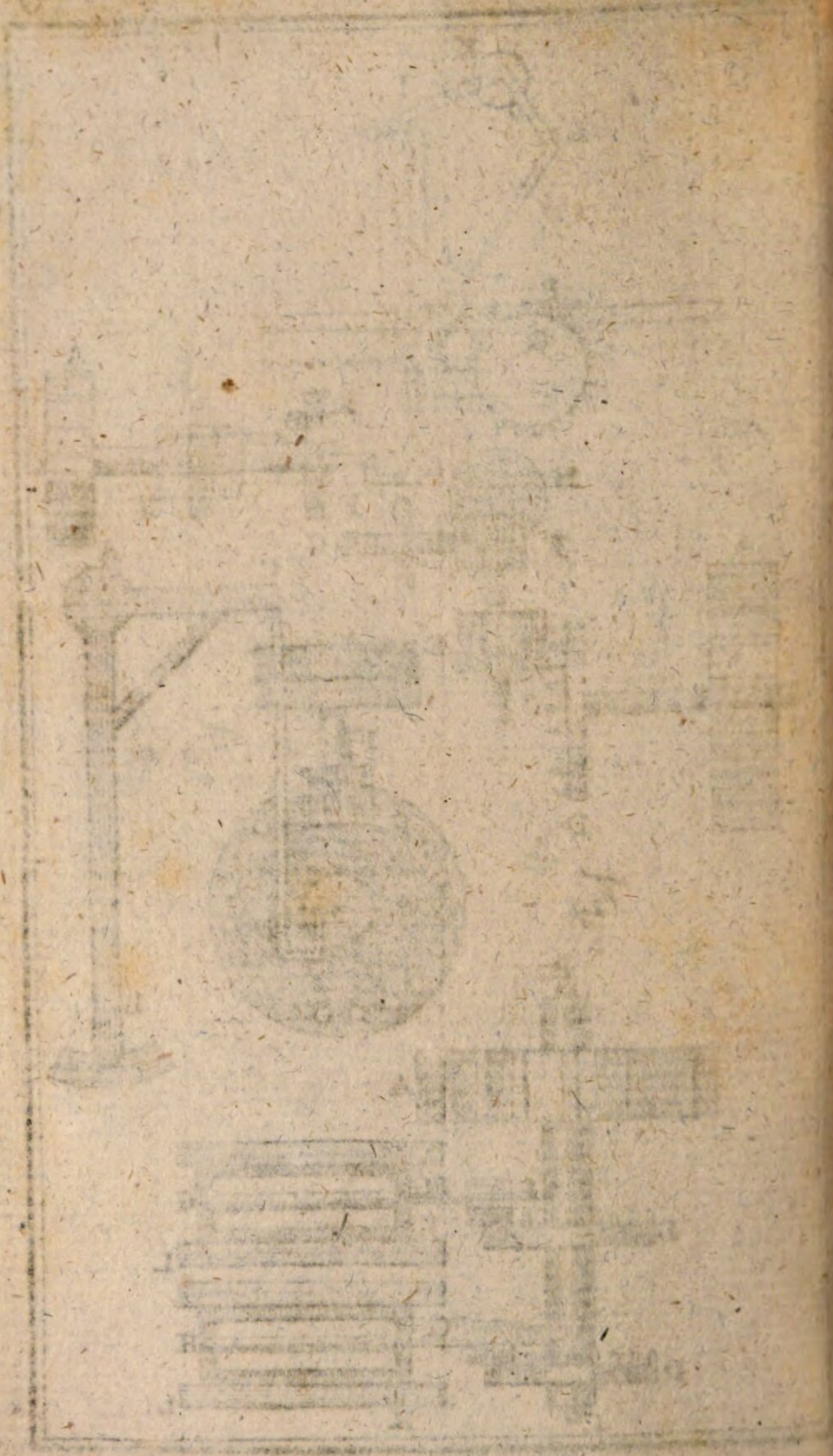


Fig. 4.



Tab. VIII.

Fig. 1.

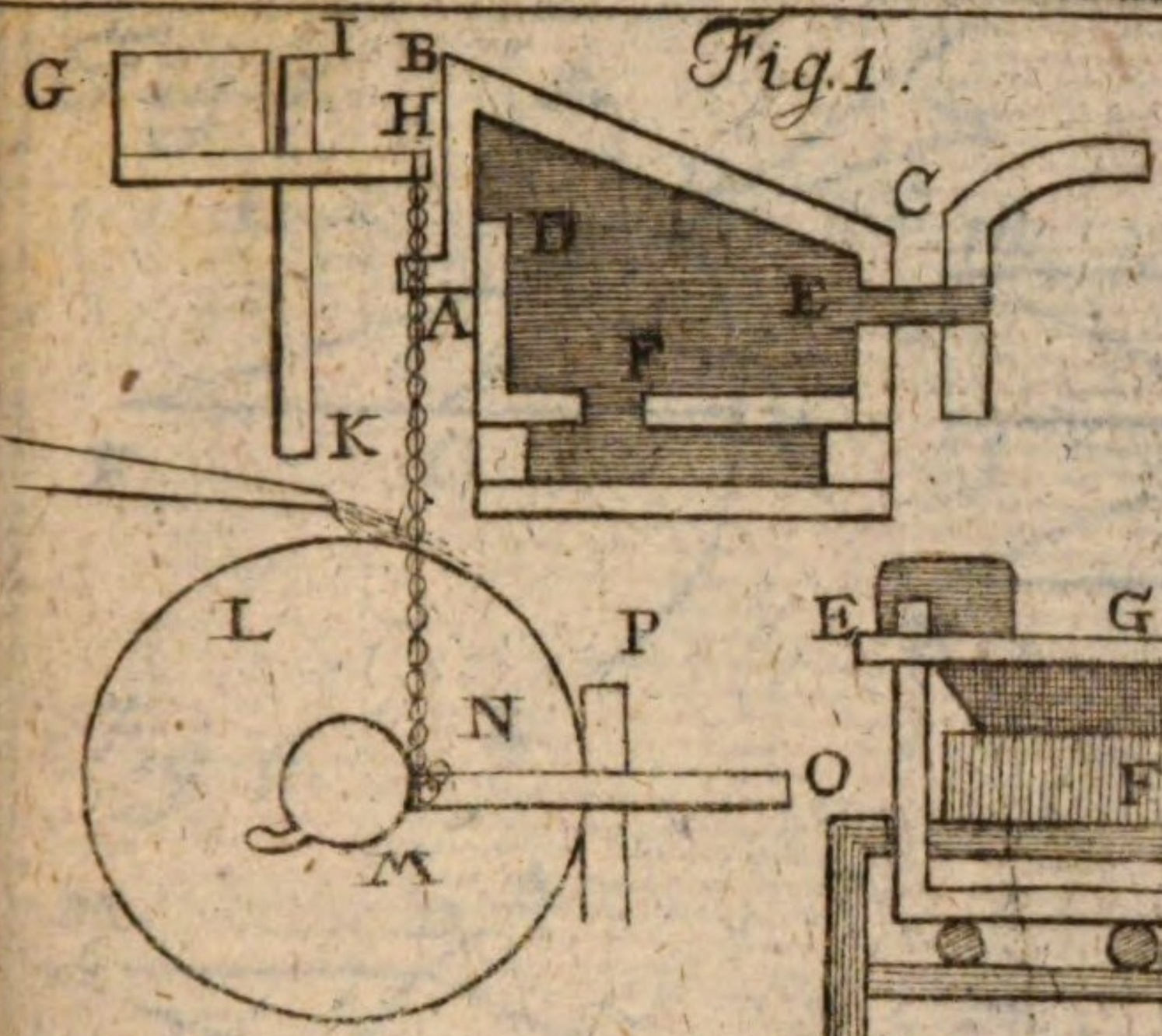


Fig. 6.

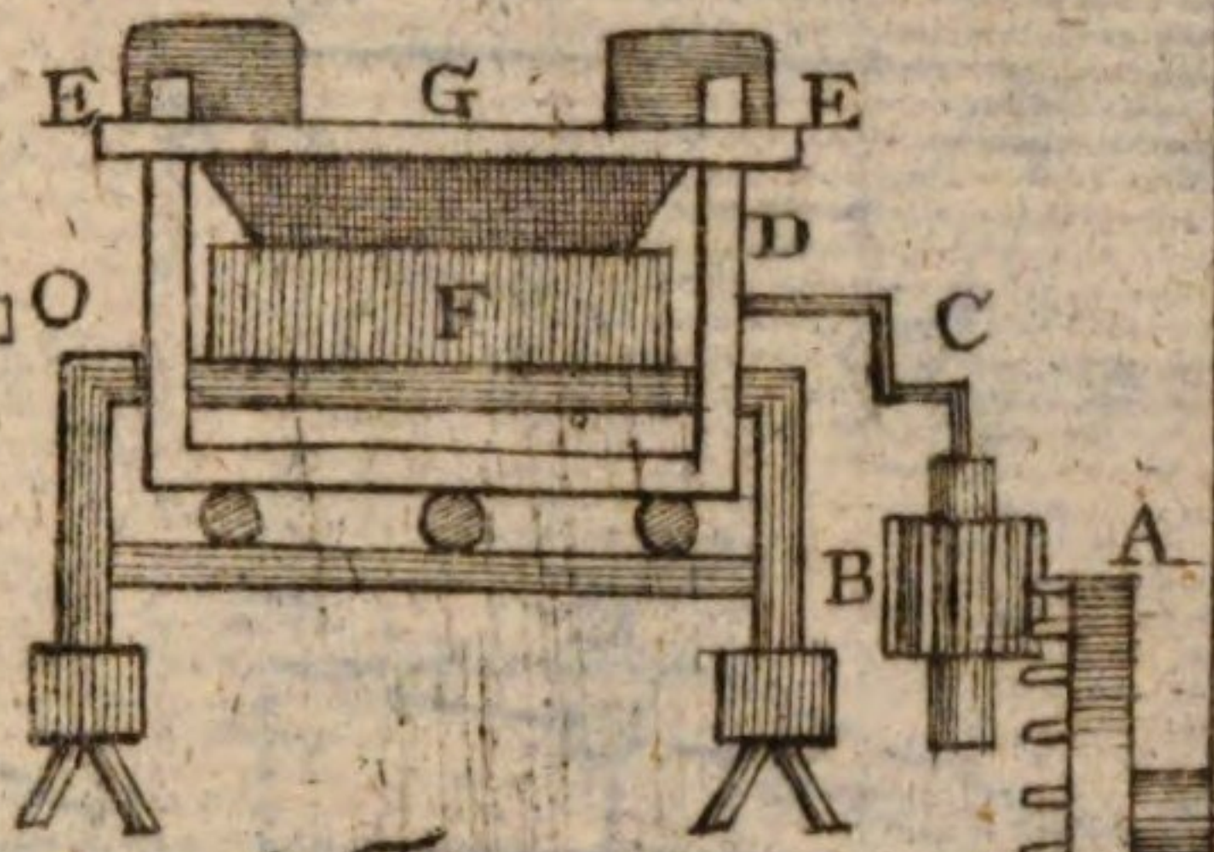


Fig. 2.

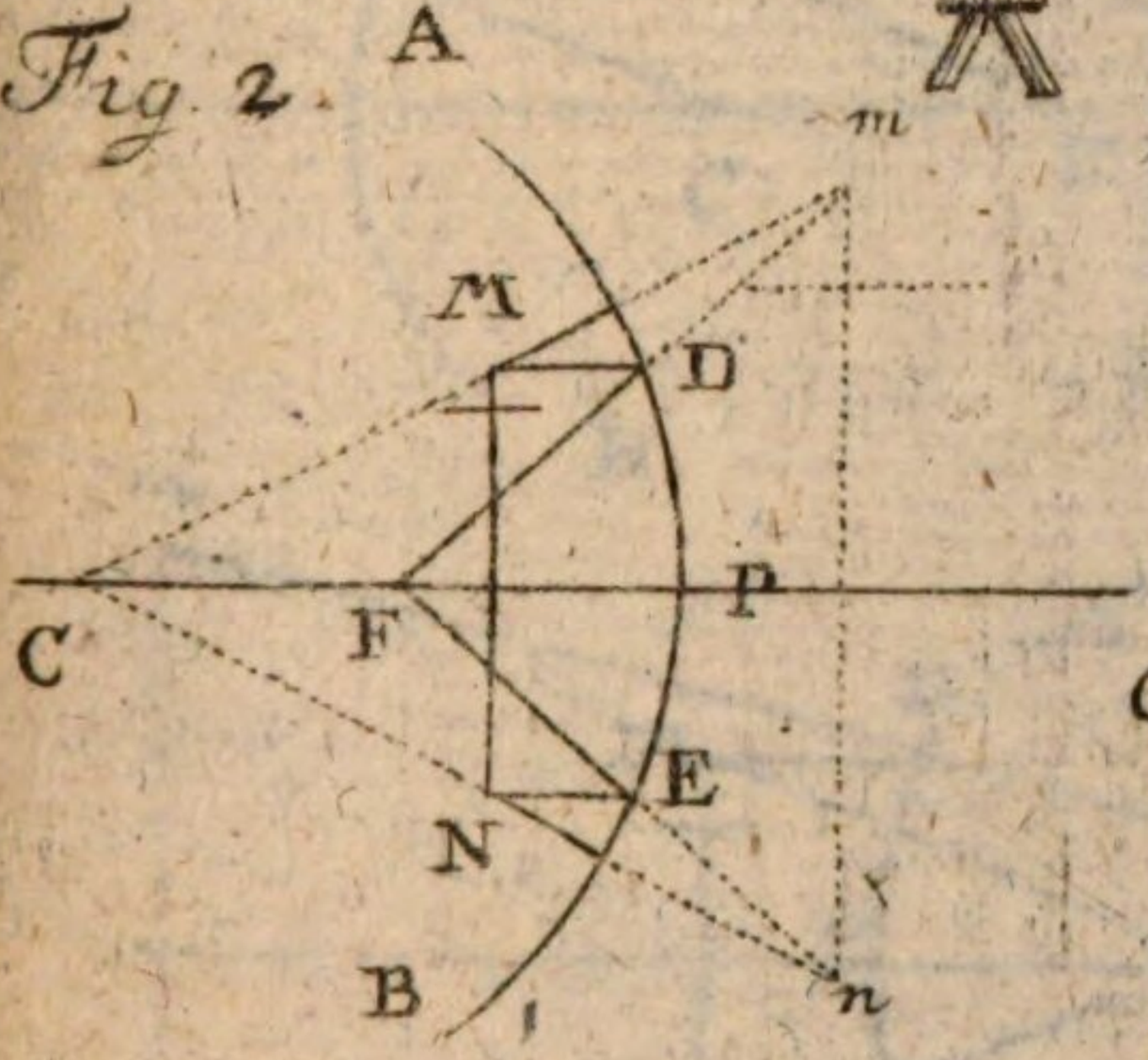


Fig. 3.

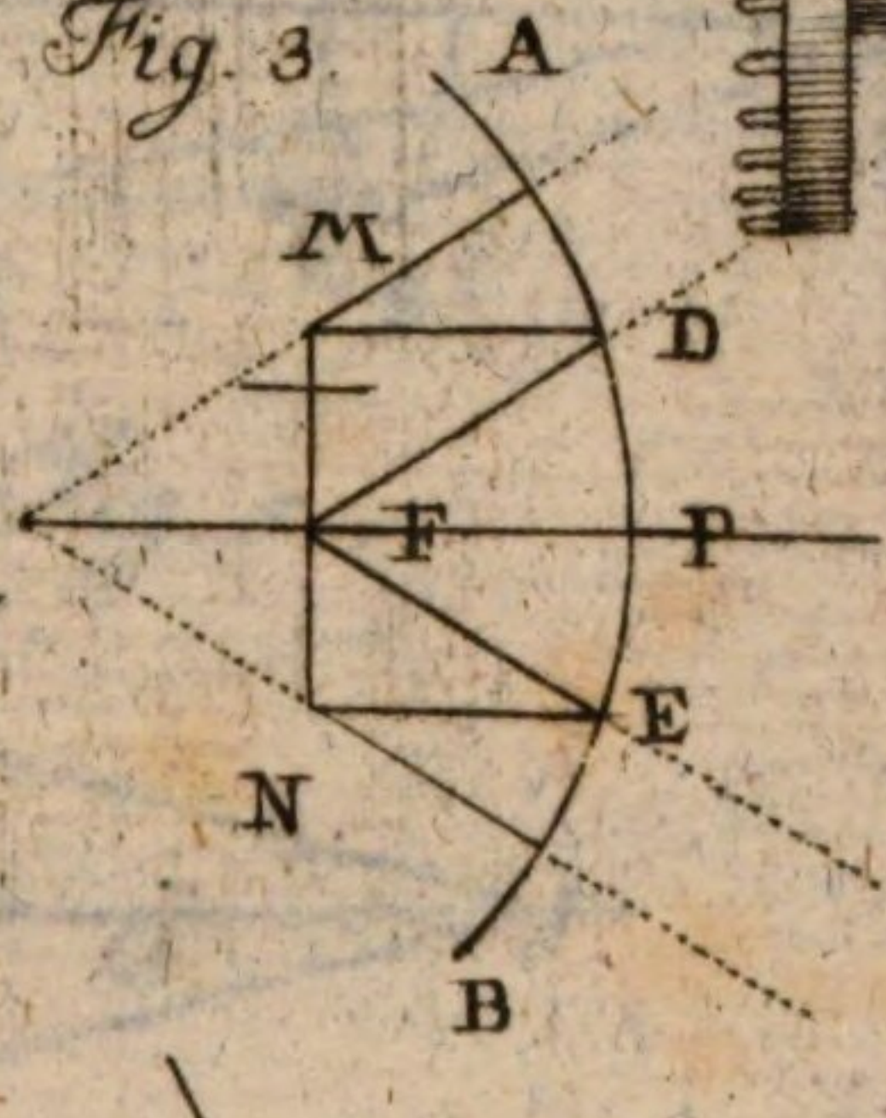


Fig. 4.

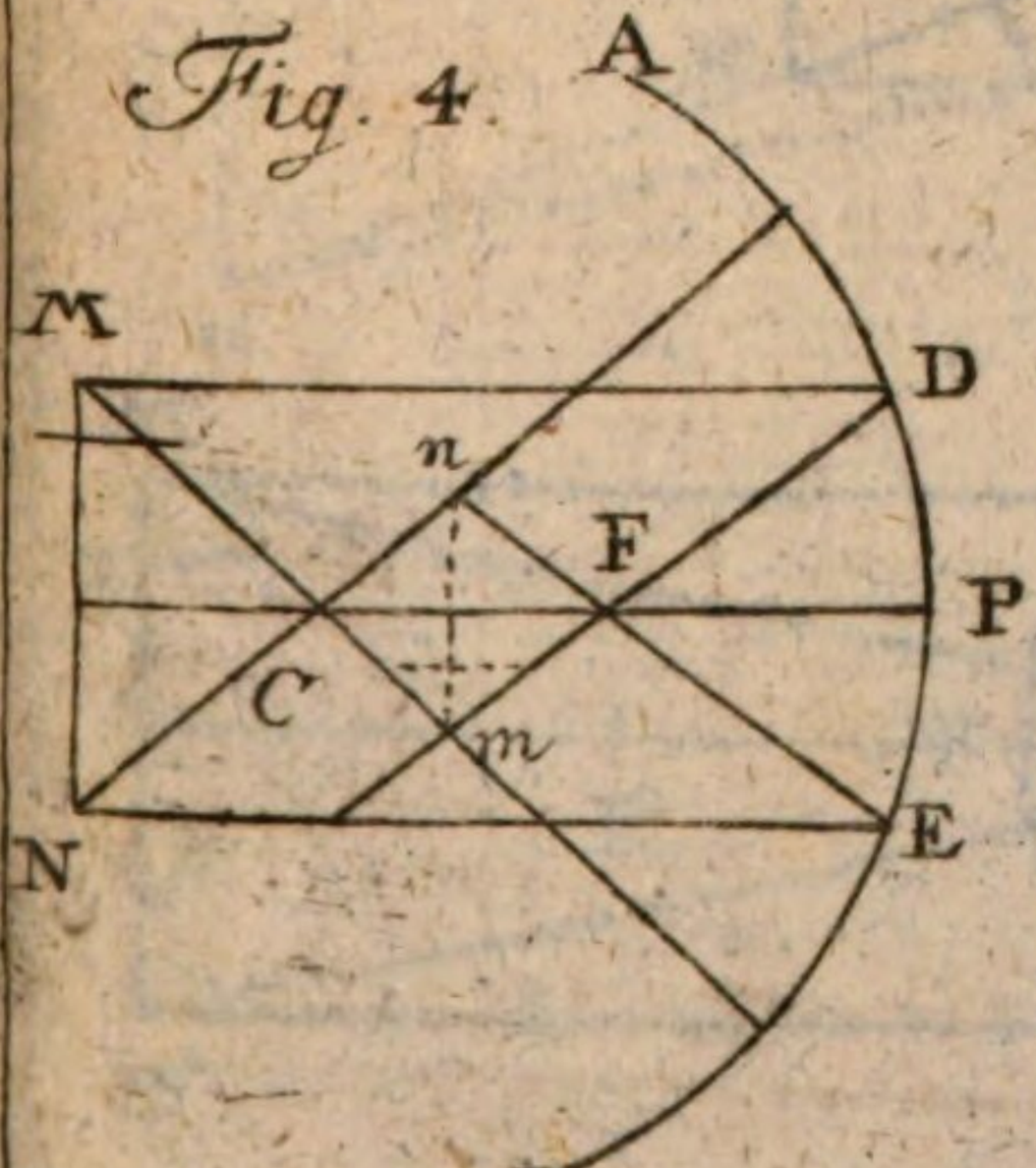


Fig. 5.

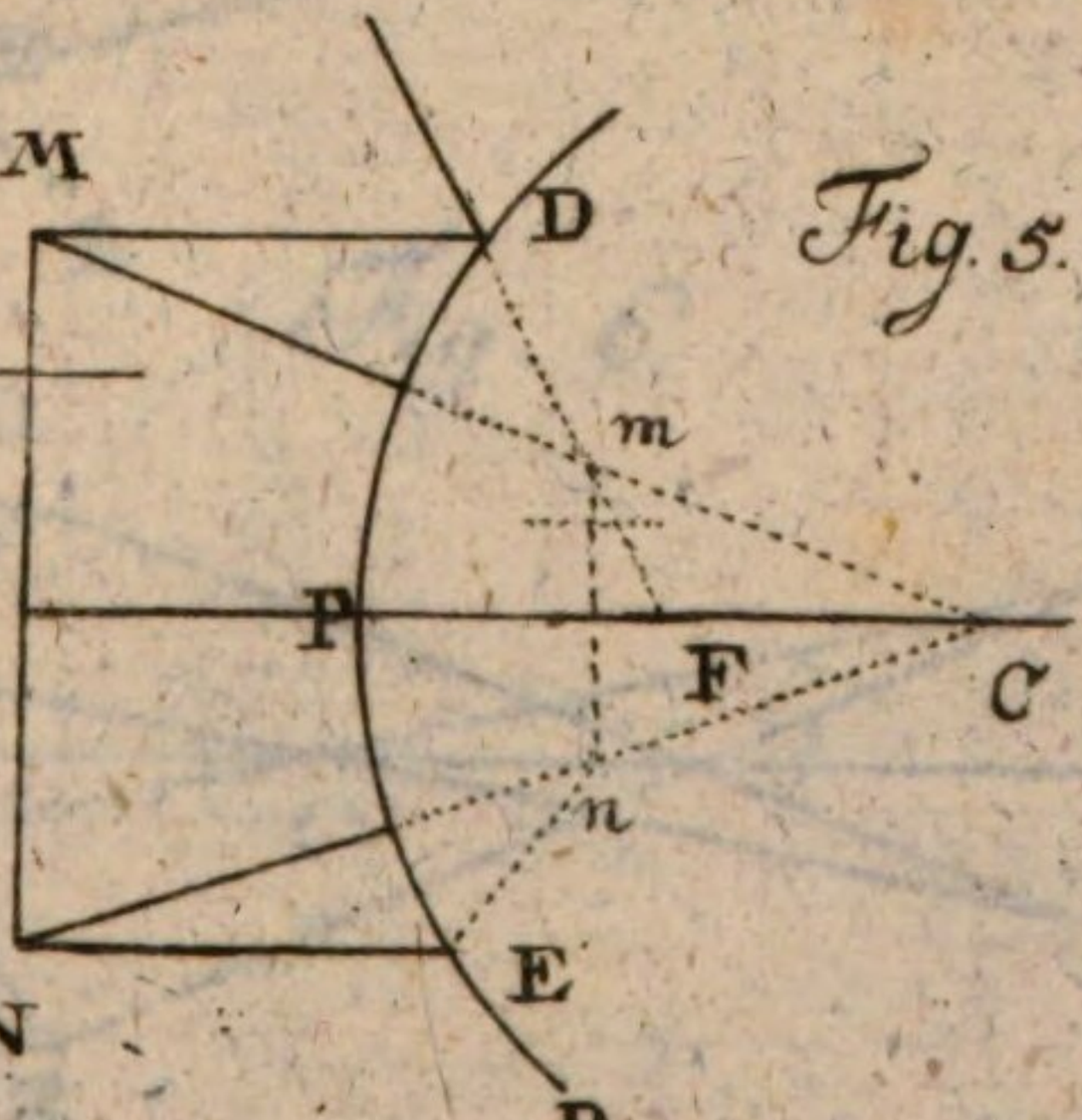


Fig. 1.

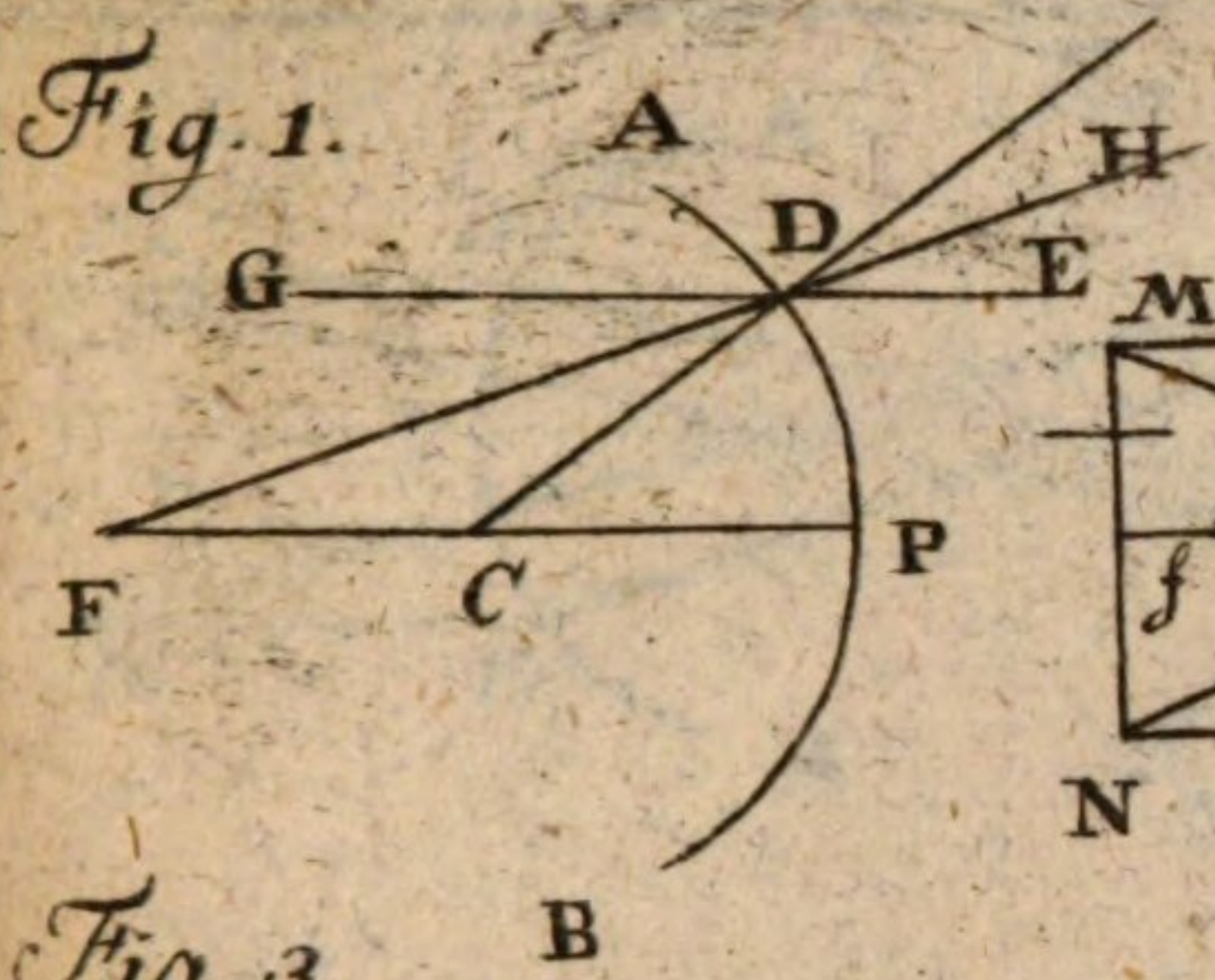


Fig. 2.

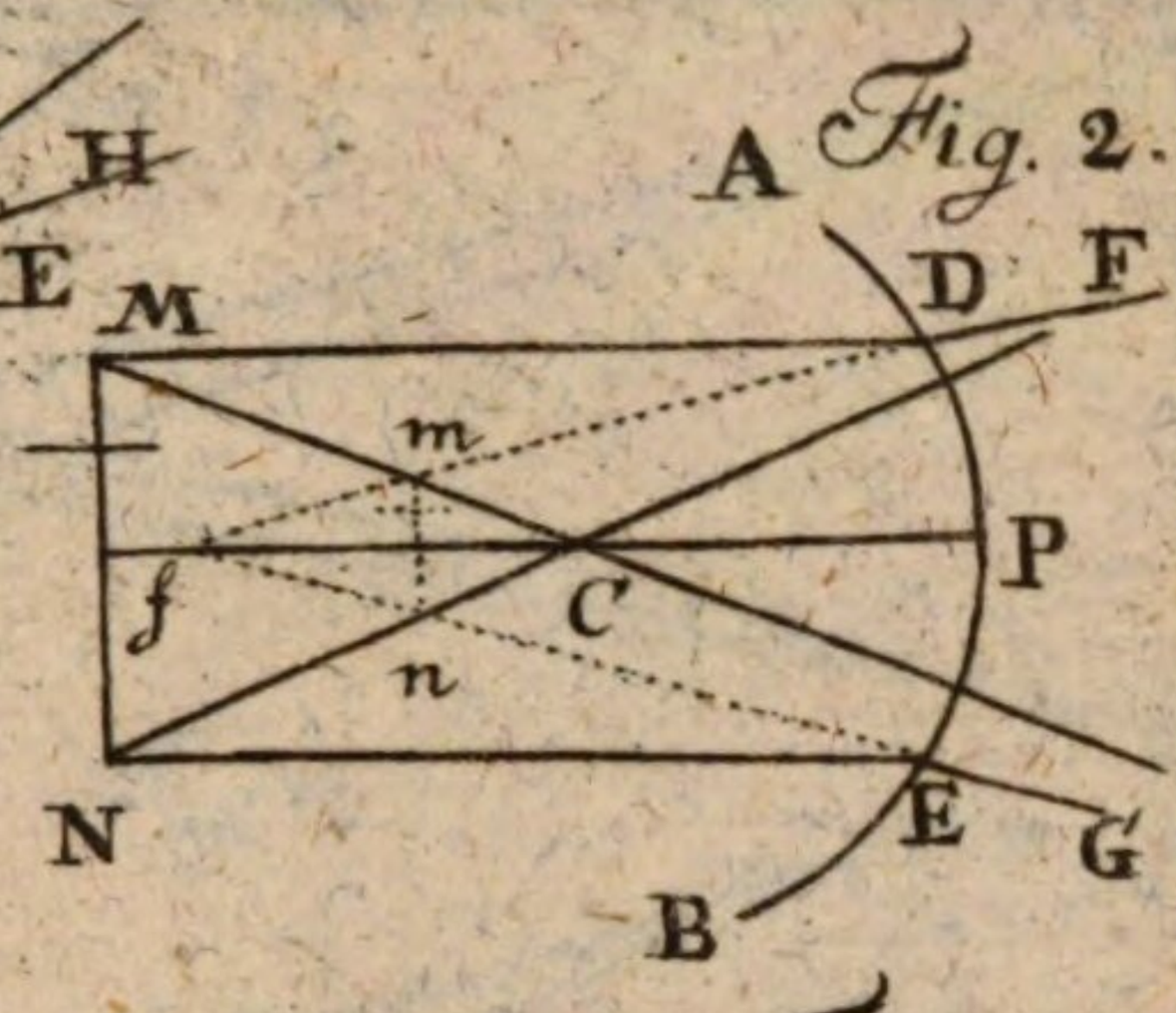


Fig. 3.

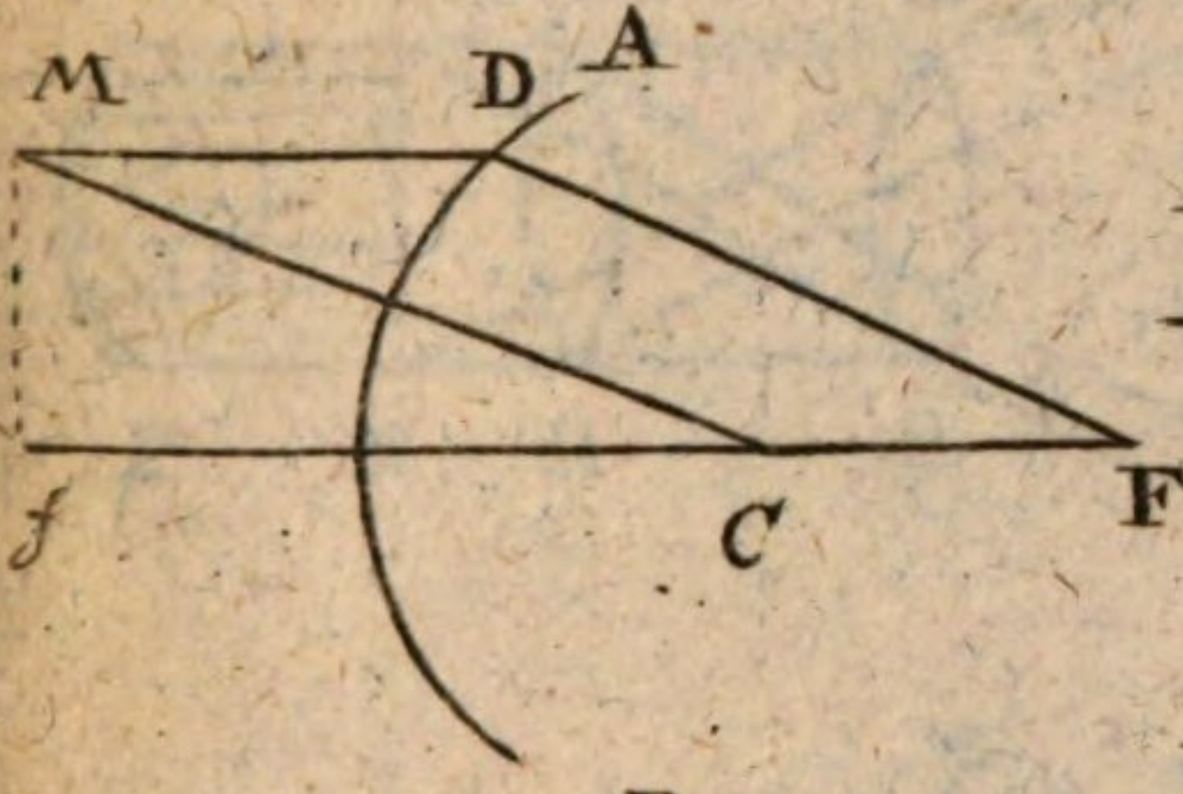


Fig. 4.

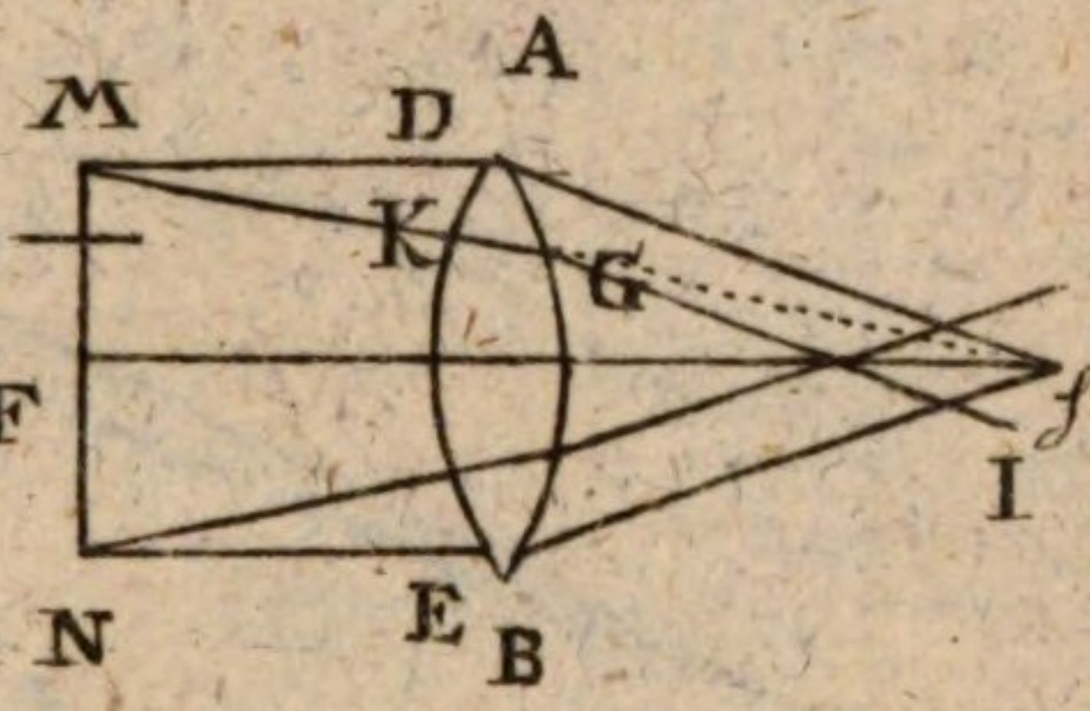


Fig. 5.

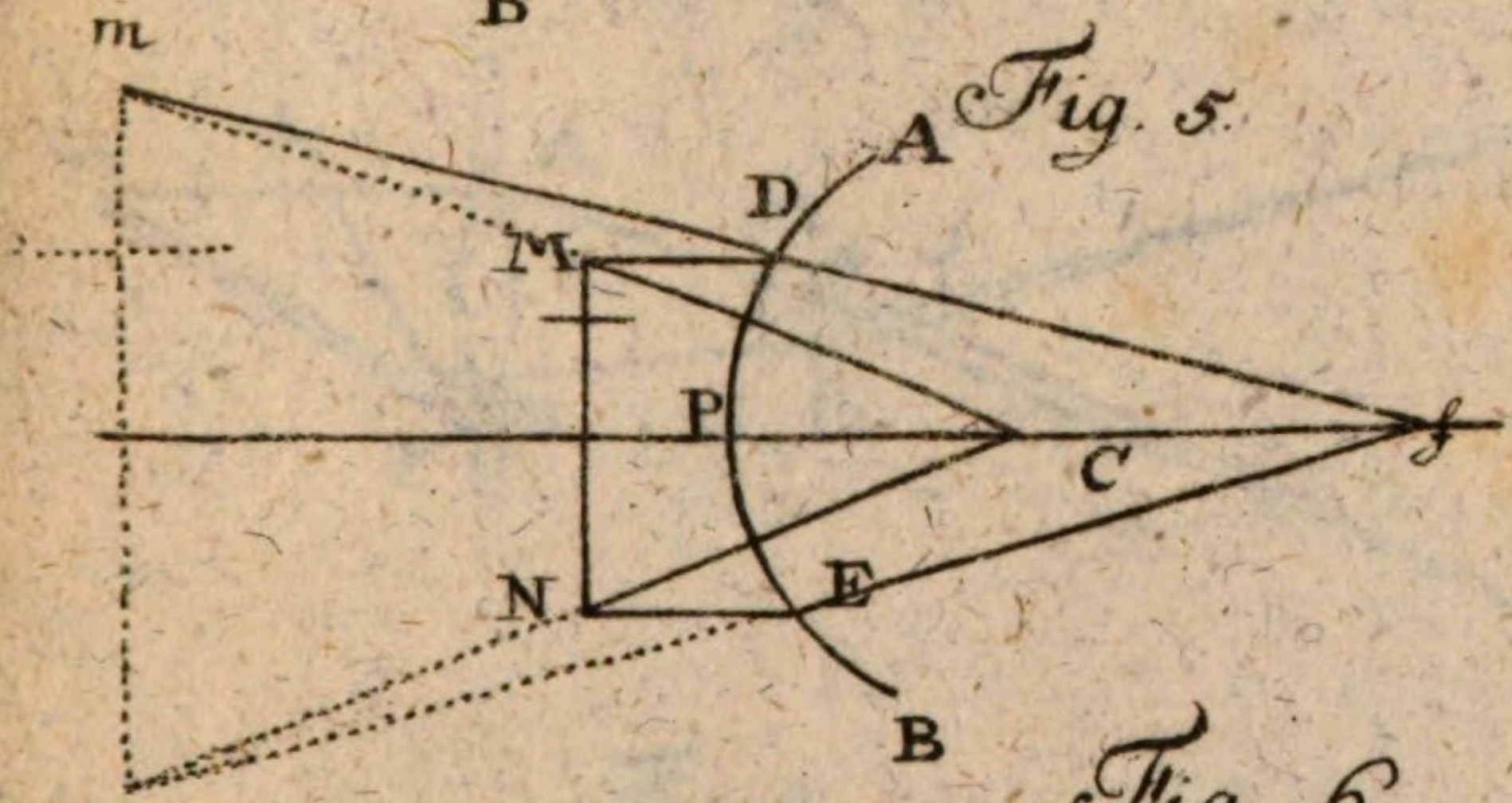
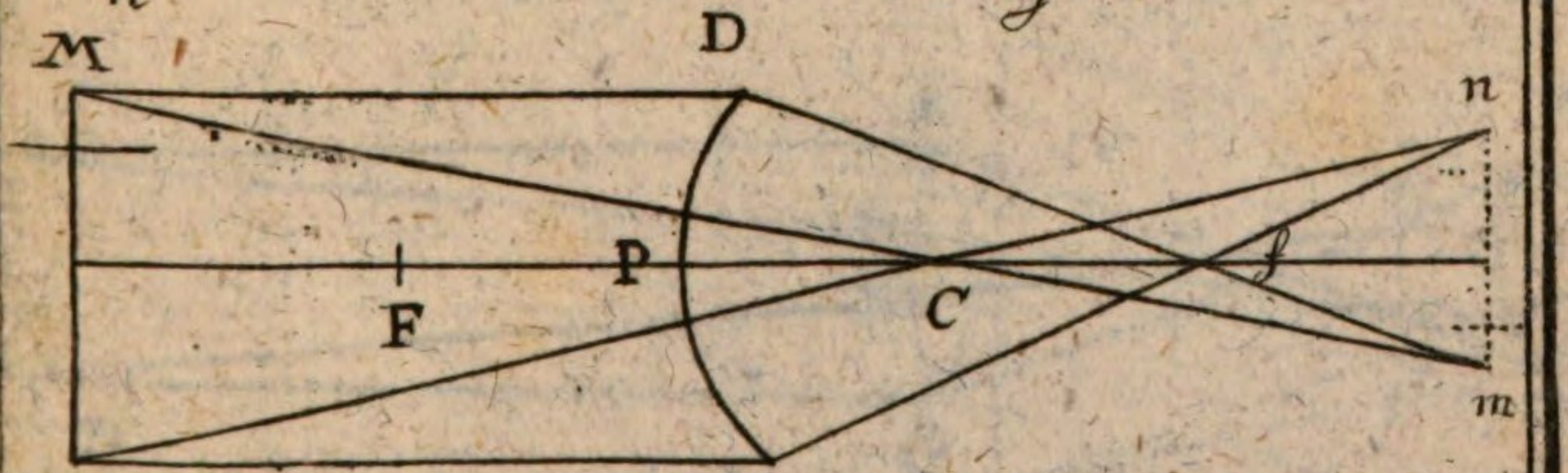


Fig. 6.



Tab. X.

Fig. 1.

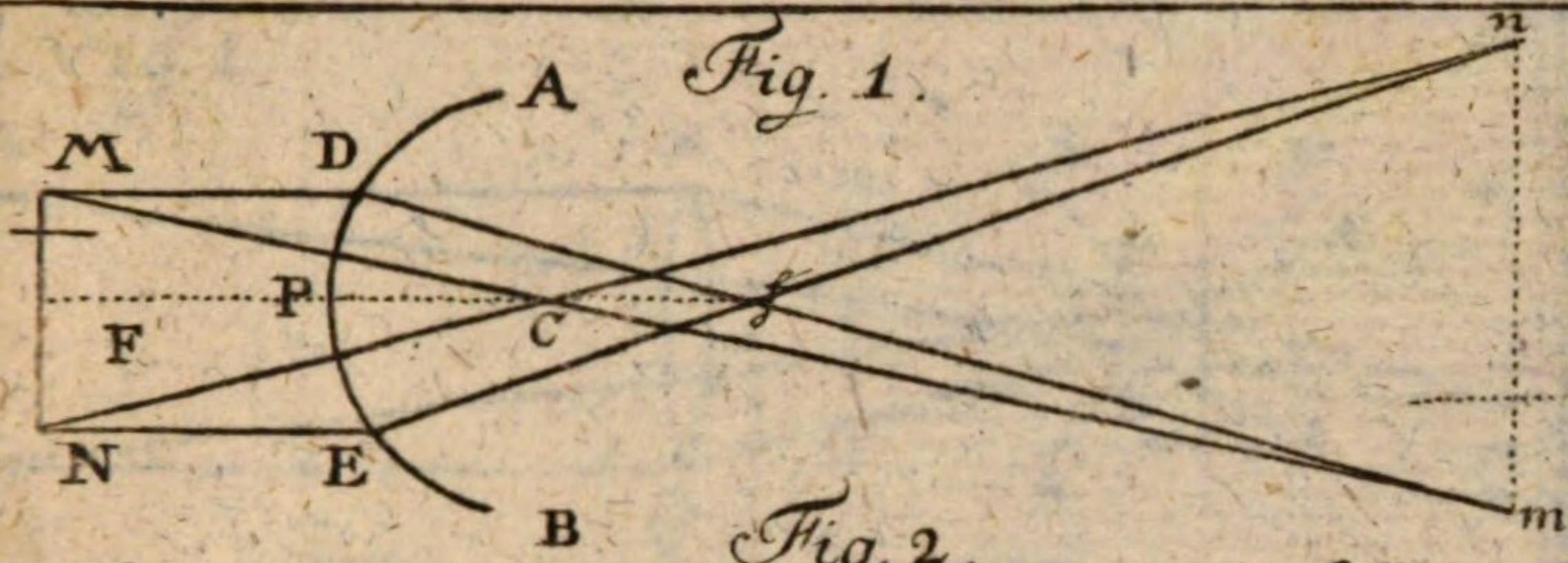


Fig. 2.

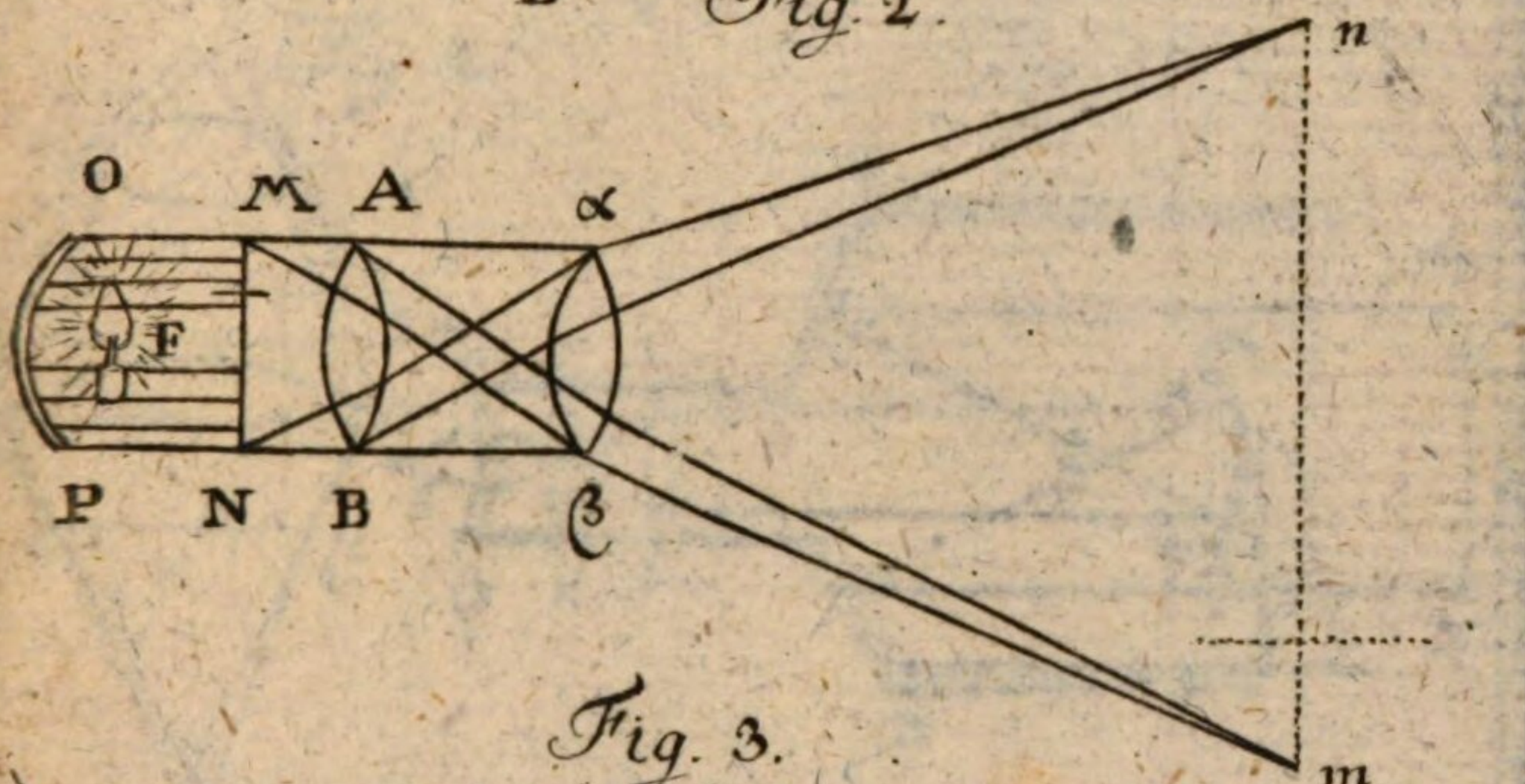


Fig. 3.

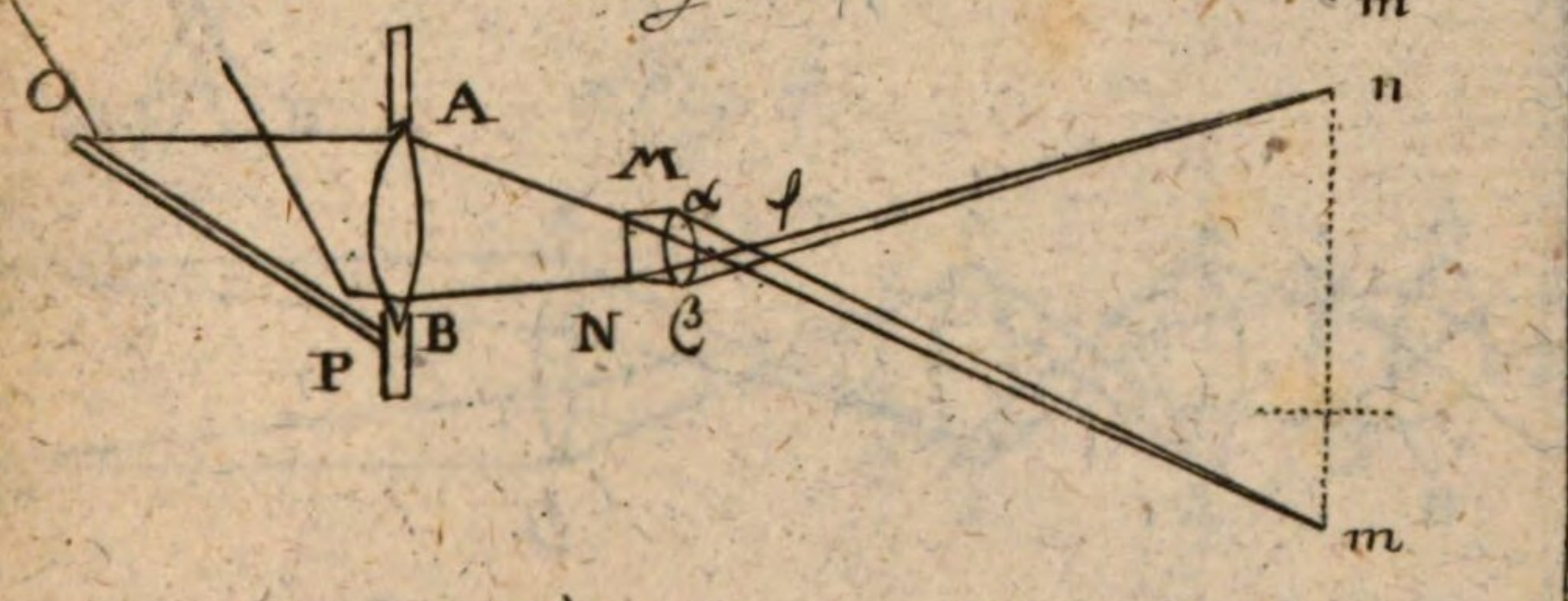


Fig. 4.

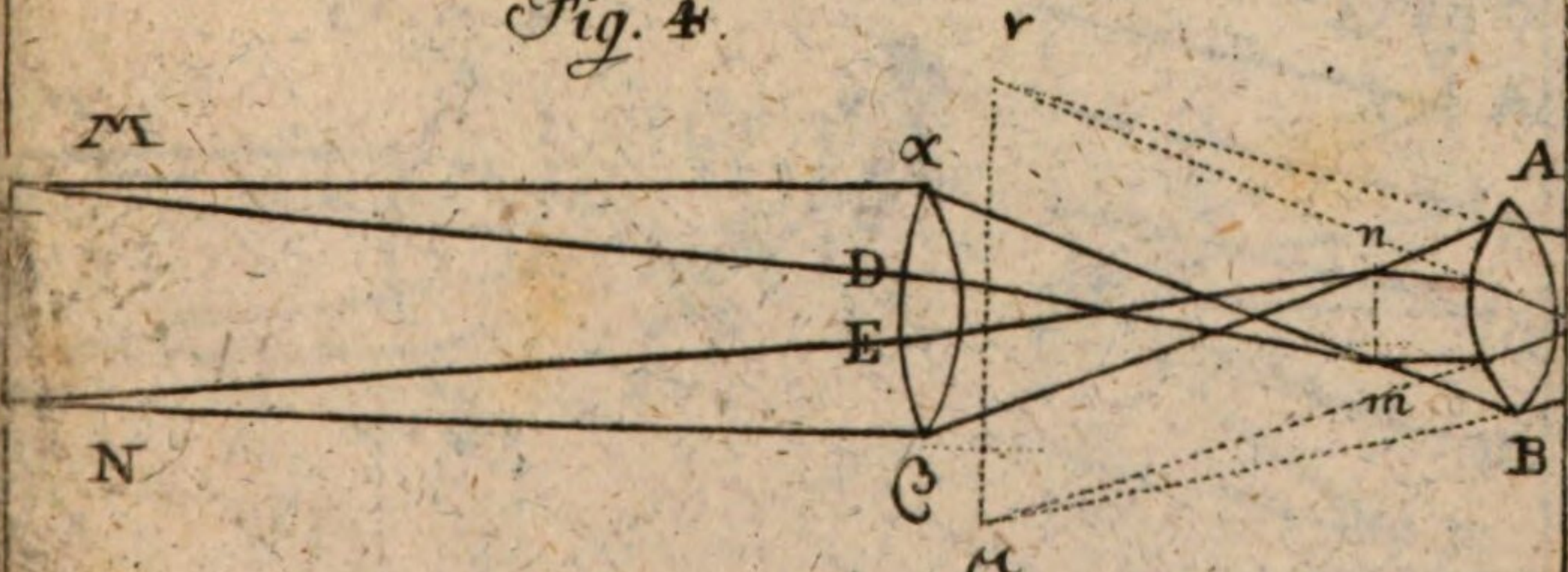


Fig. 1.

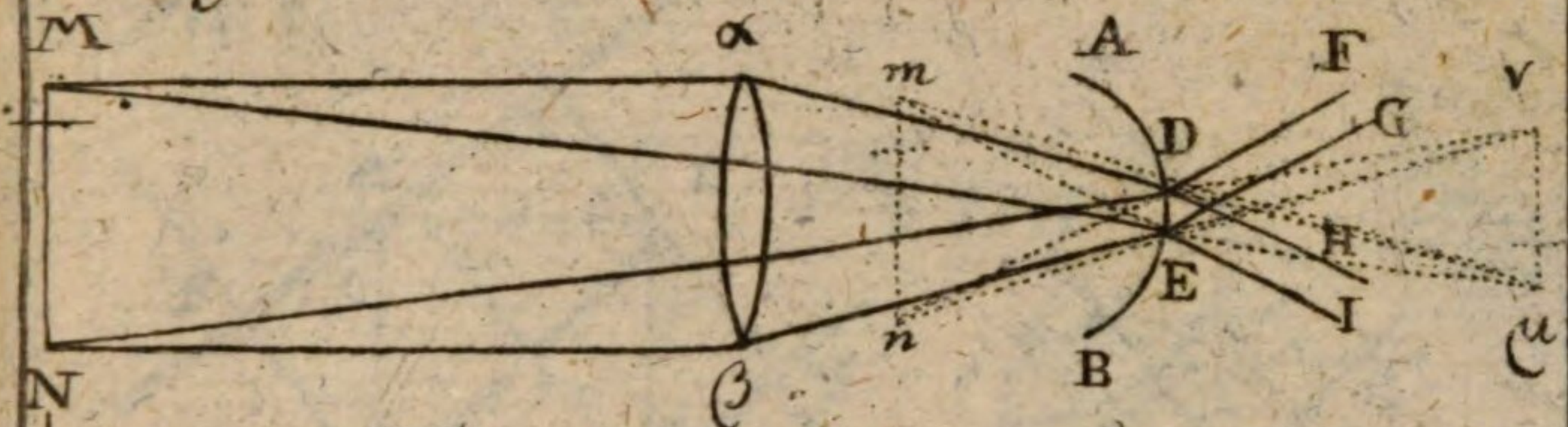


Fig. 2.

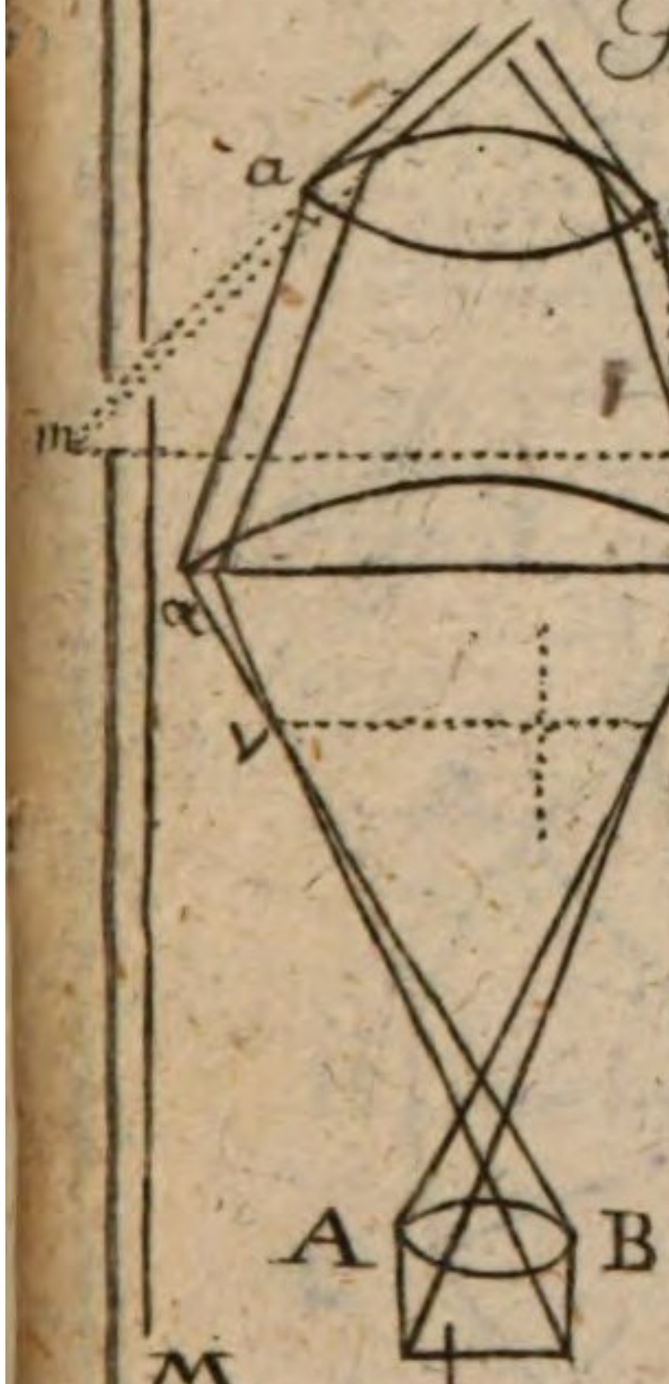


Fig. 3.

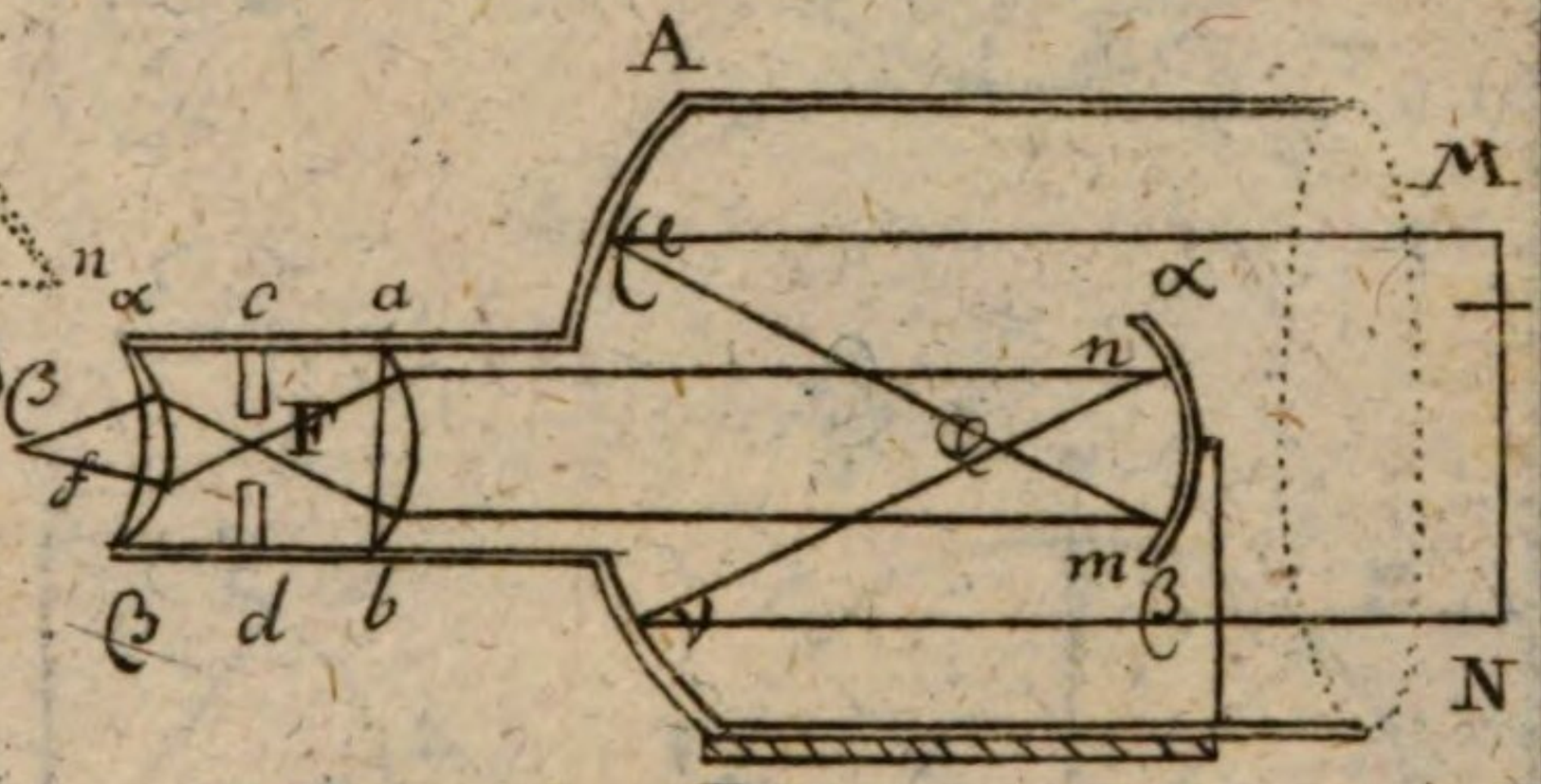


Fig. 4.

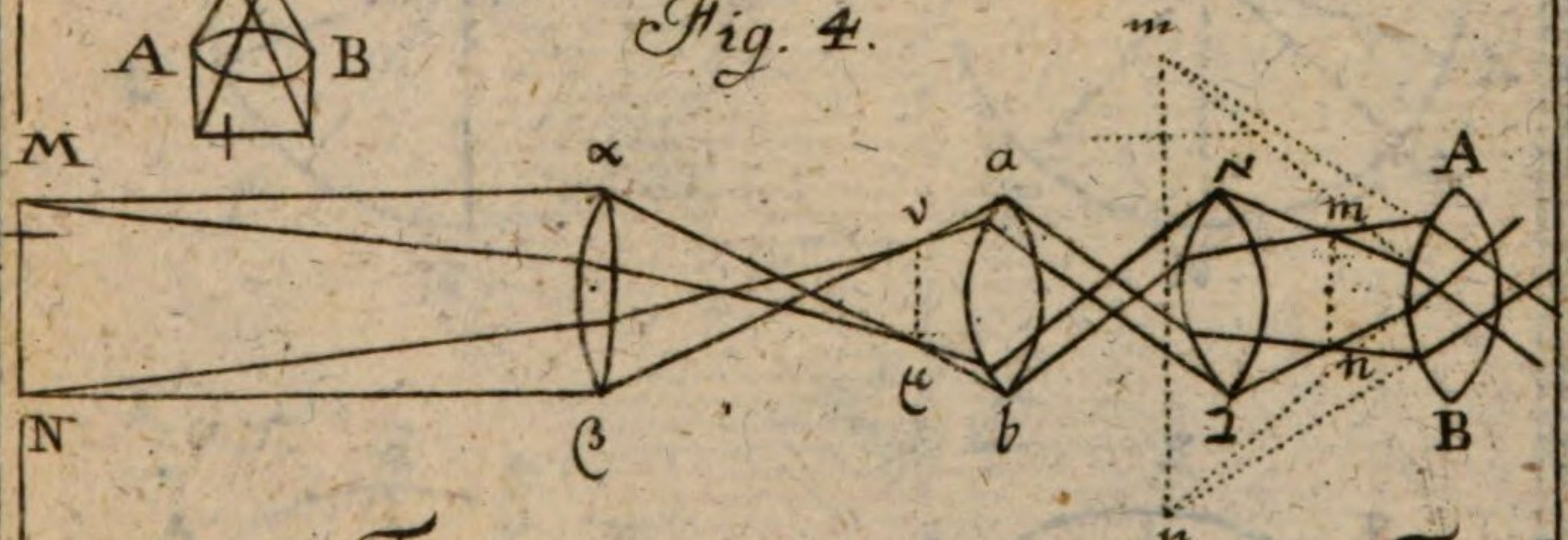


Fig. 5.

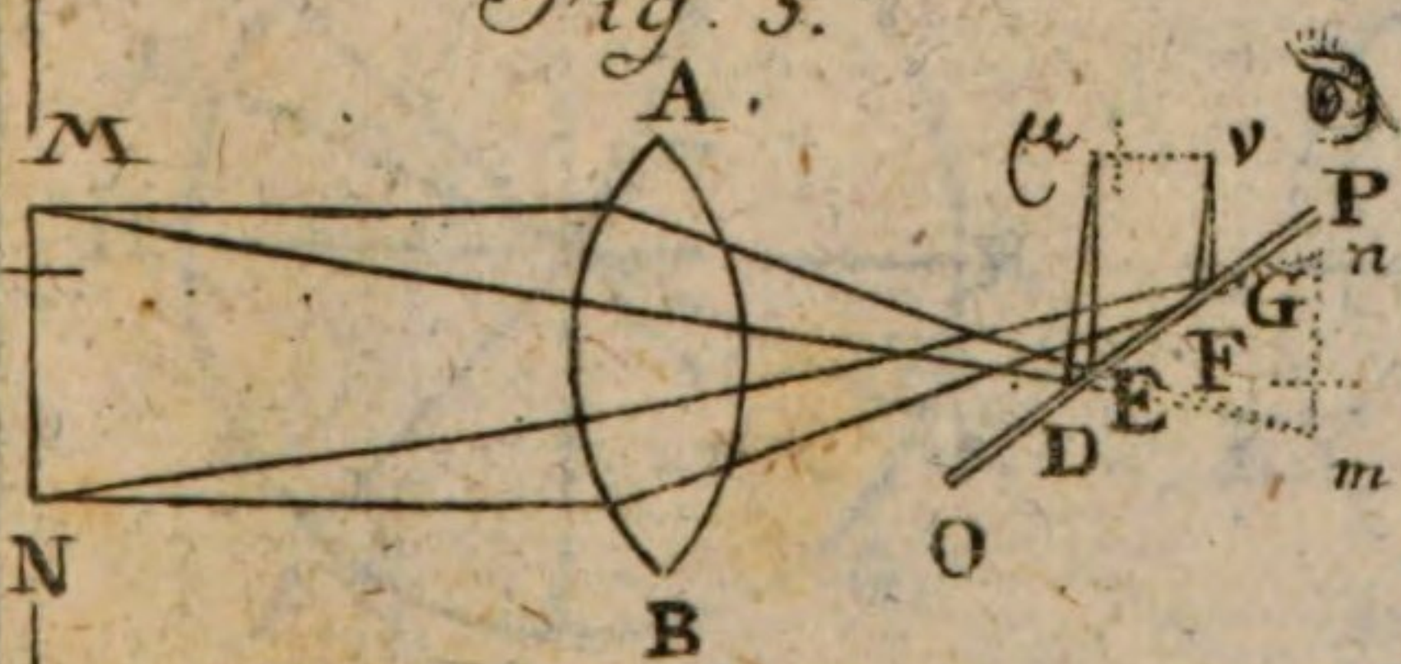
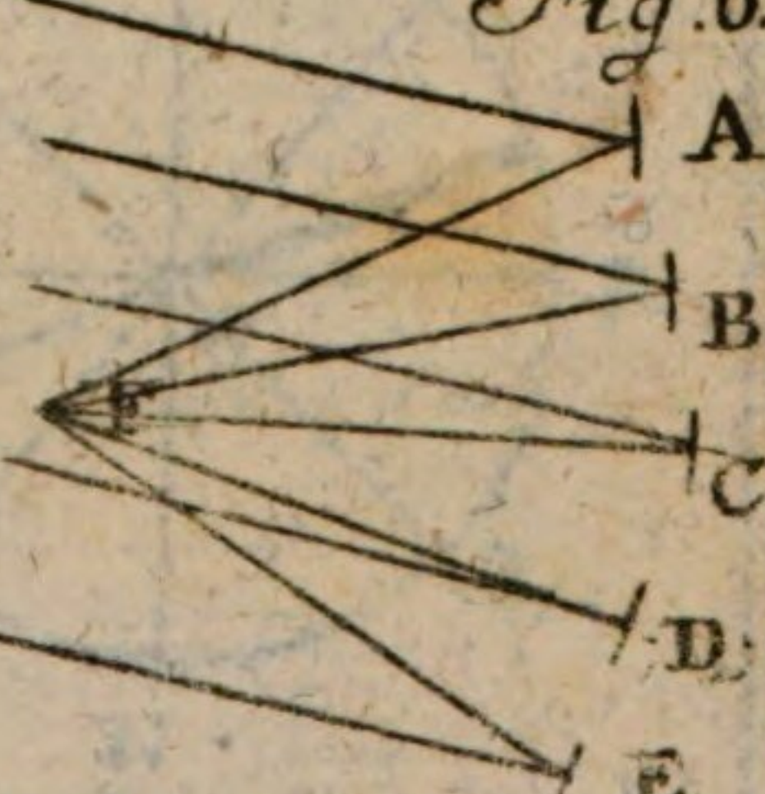
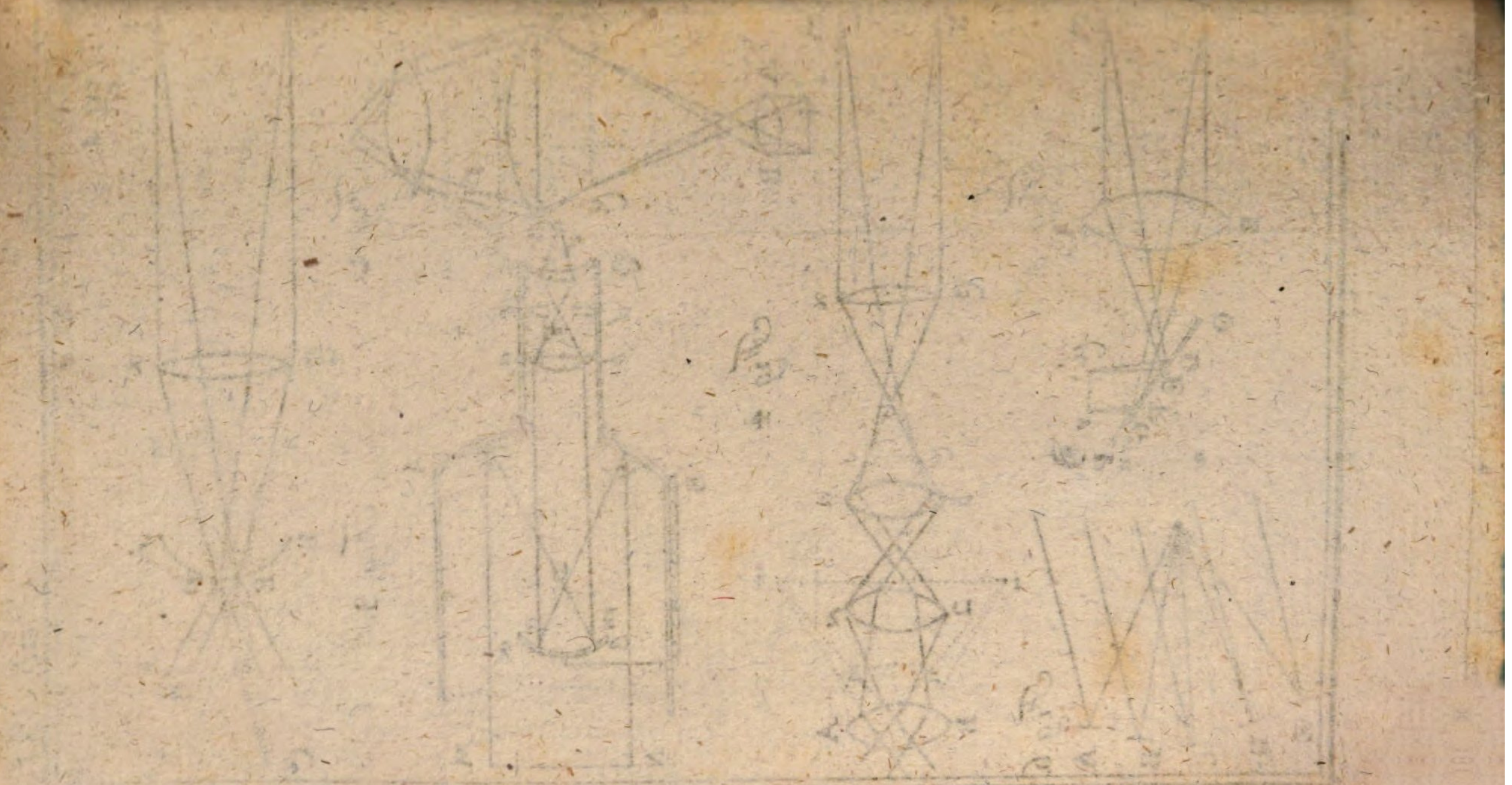


Fig. 6.





Tab. XII.

Fig. 1.

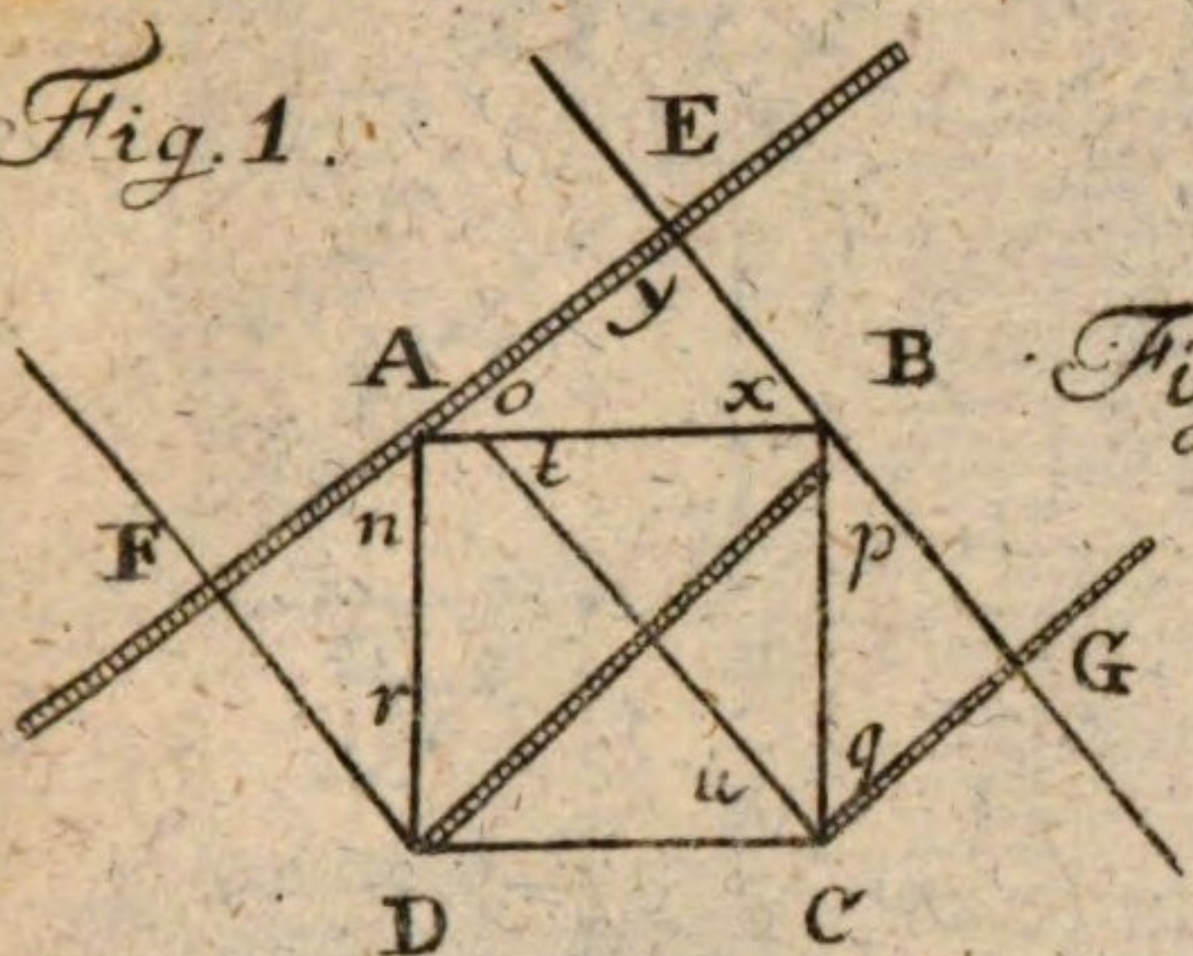


Fig. 2.

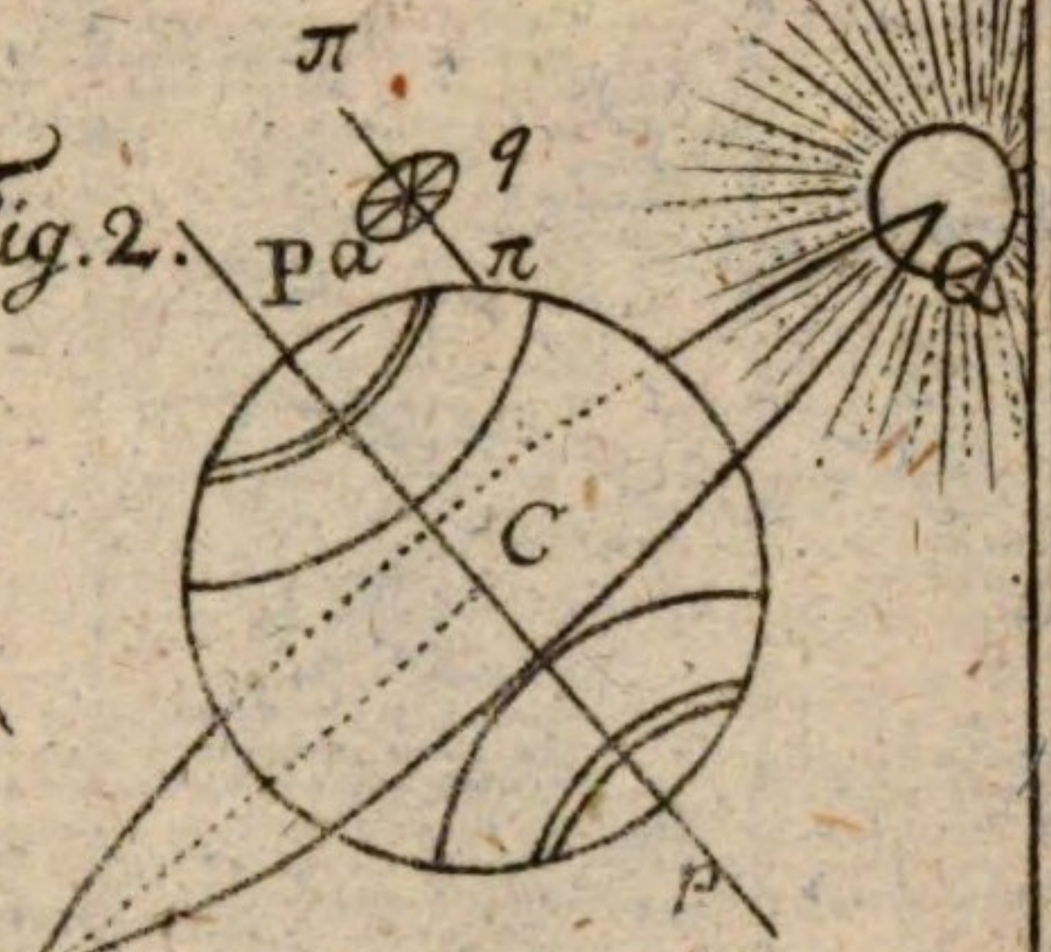


Fig. 3.

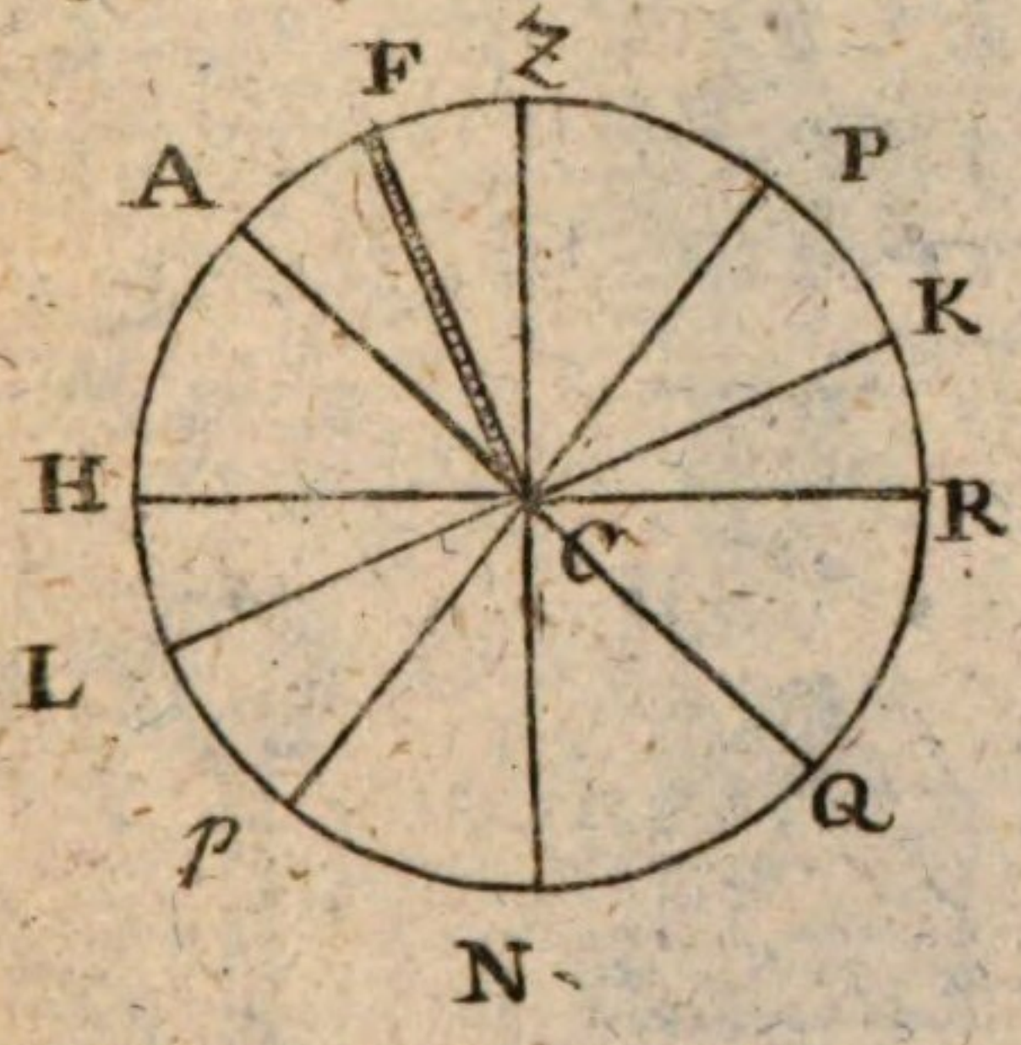


Fig. 4.

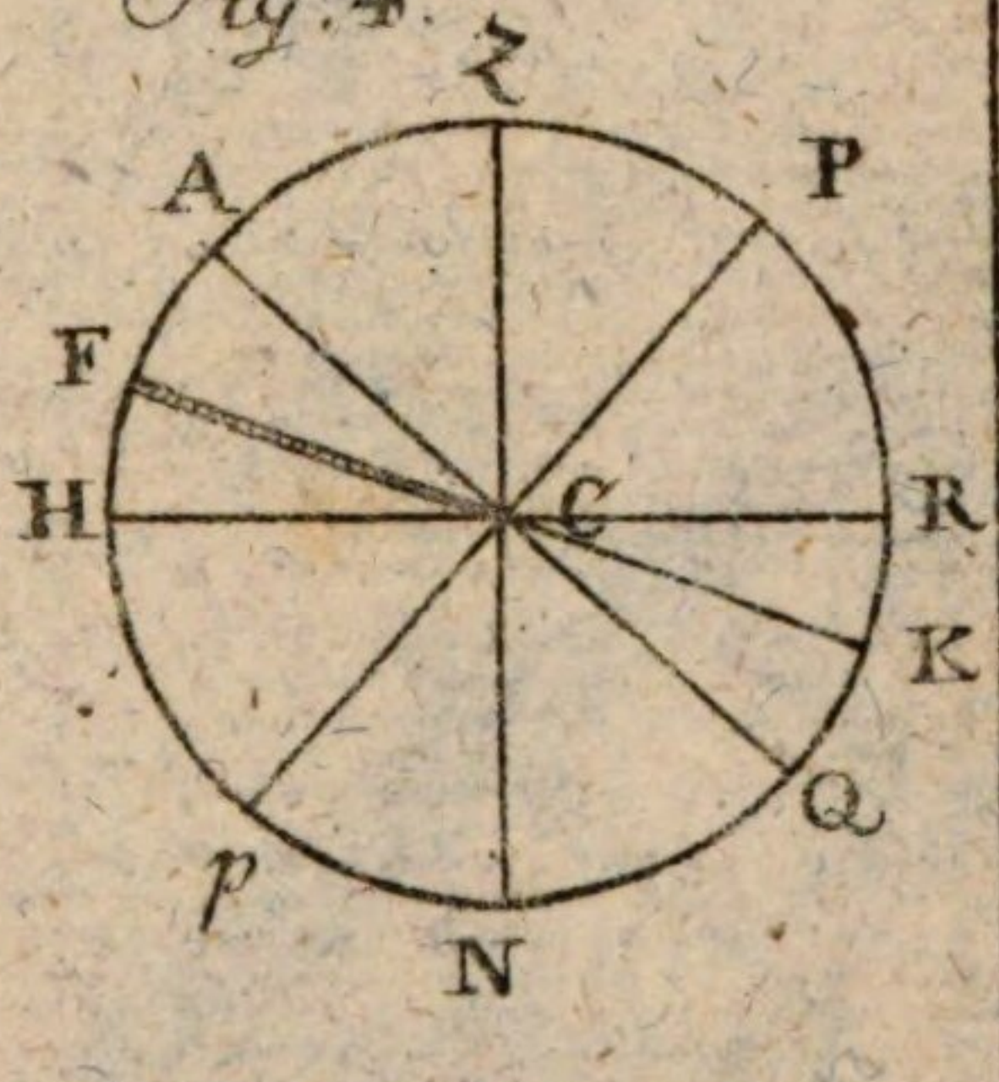


Fig. 5.

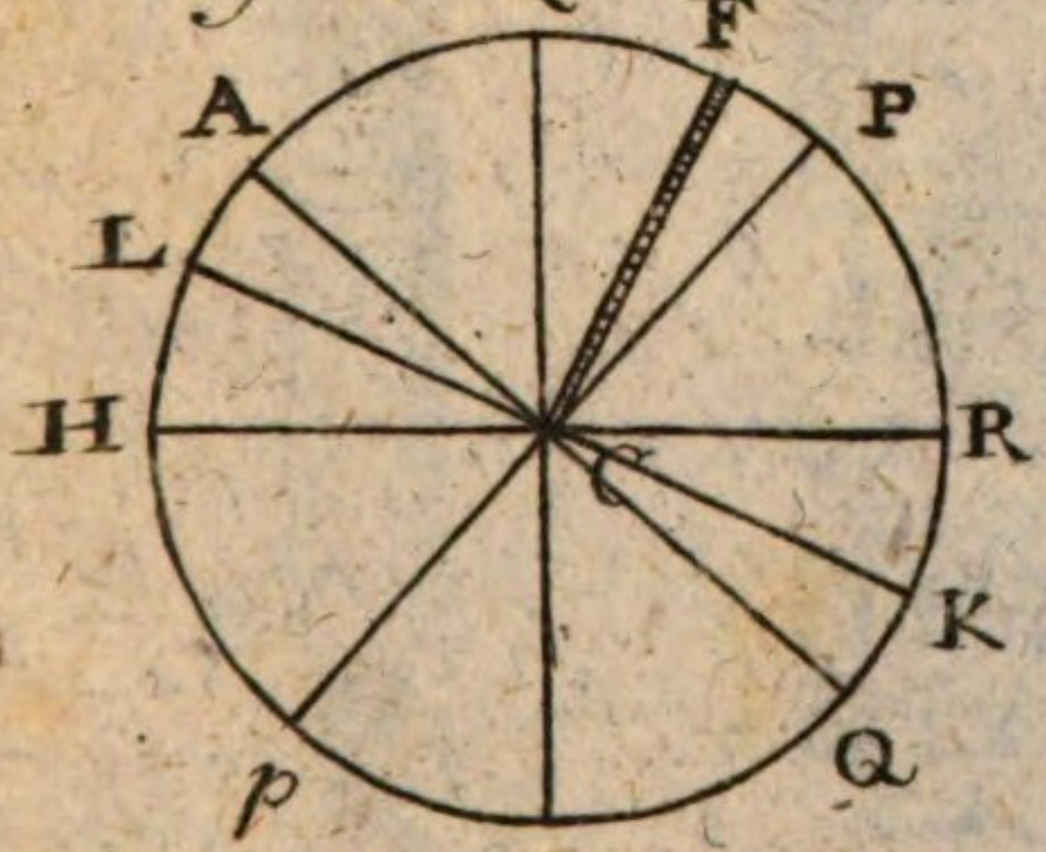


Fig. 6.

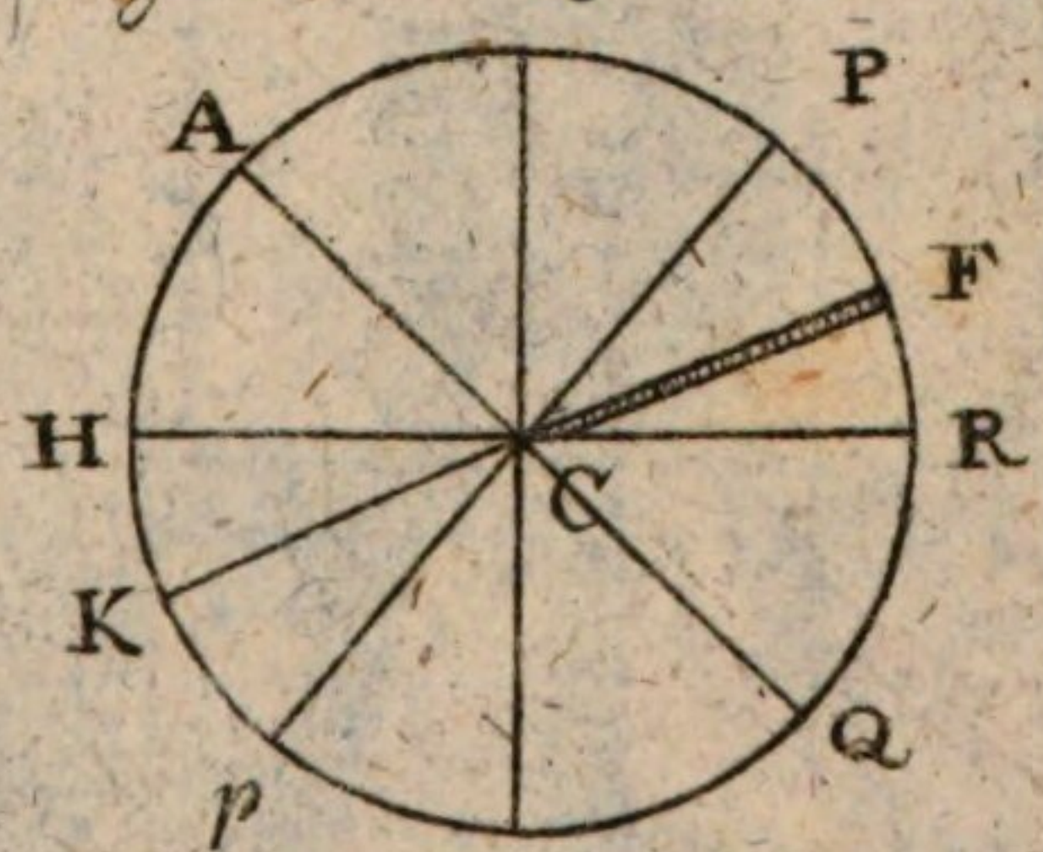


Fig. 1.

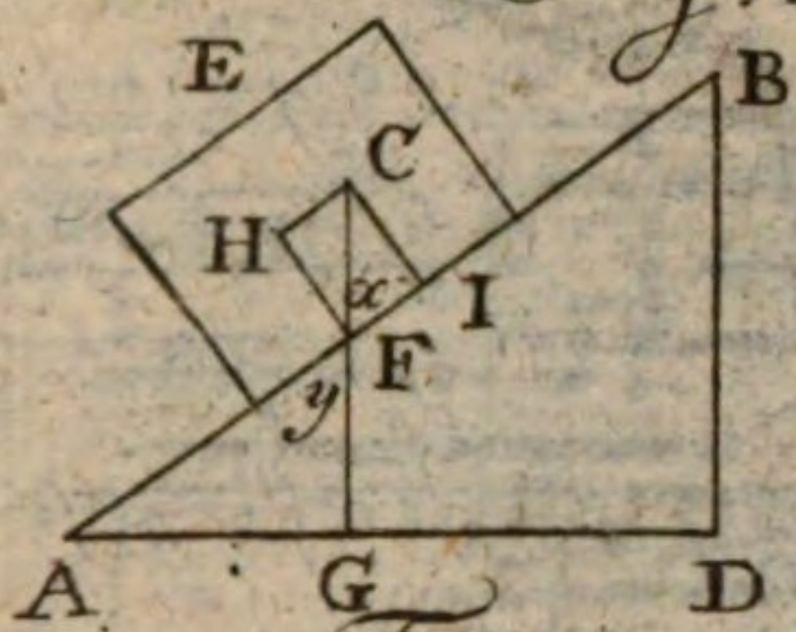


Fig. 2.

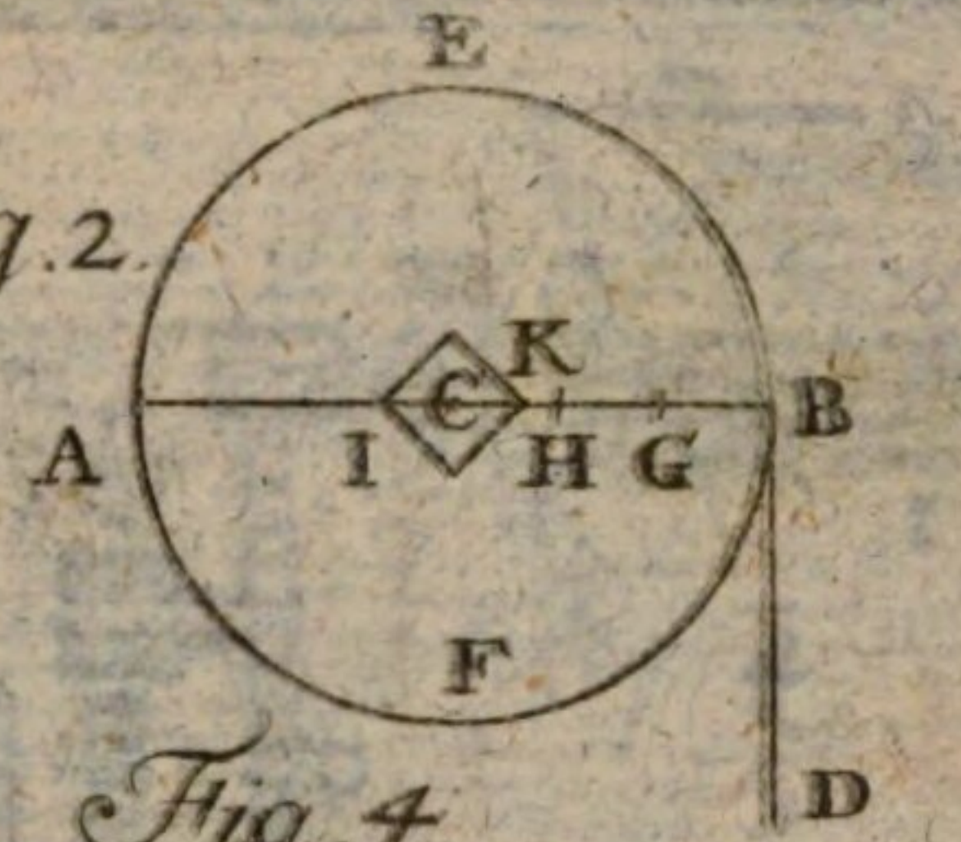
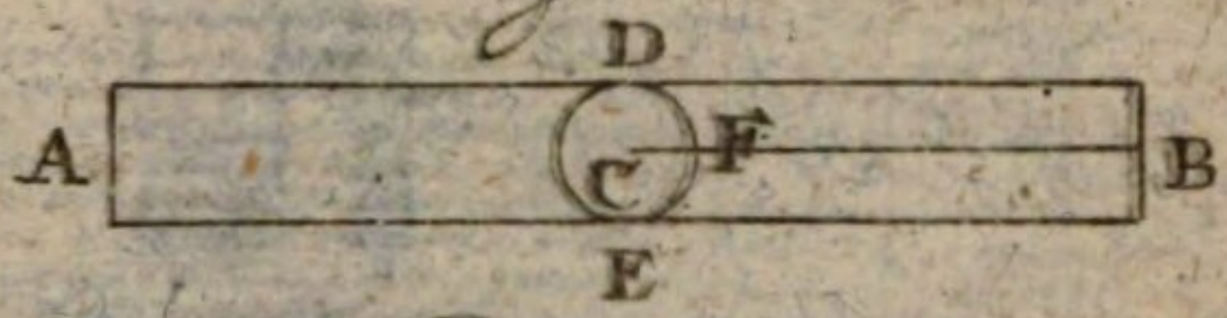


Fig. 3.

Fig. 4.



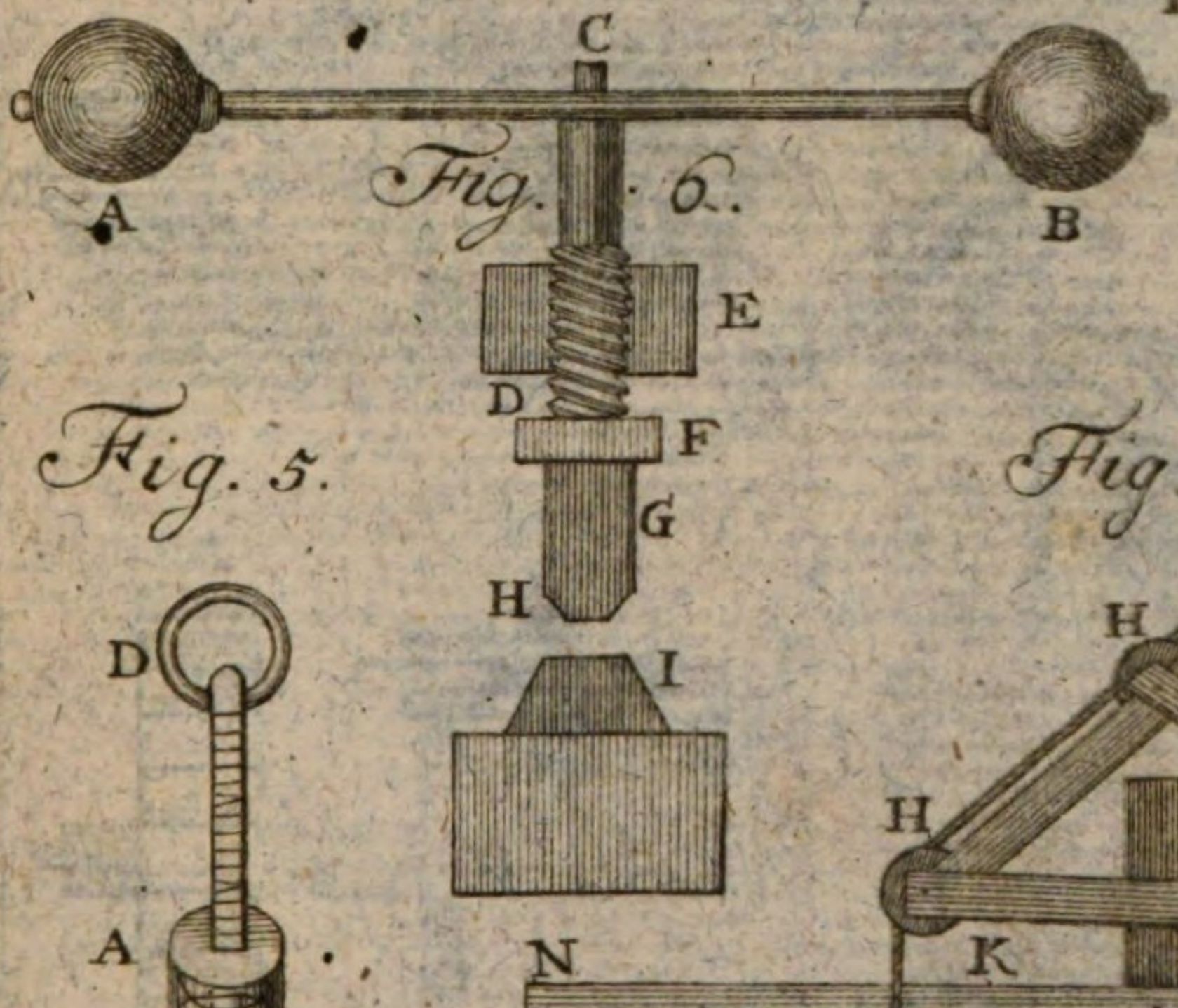


Fig. 6.

Fig. 5.

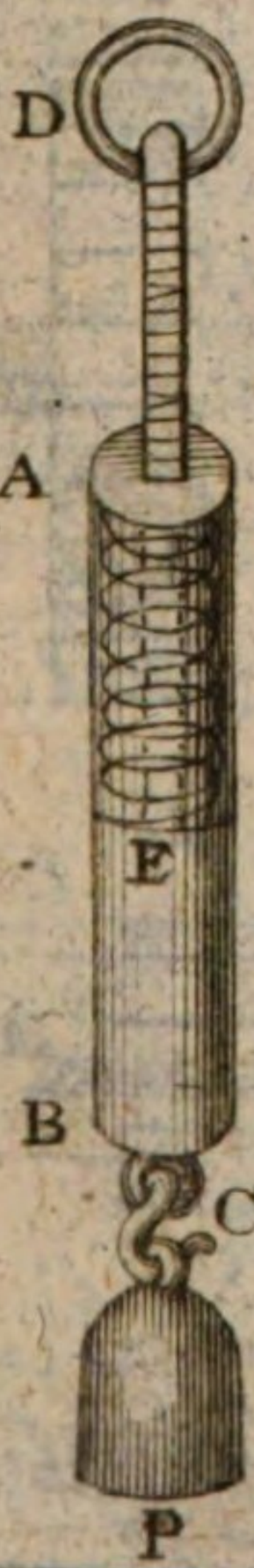
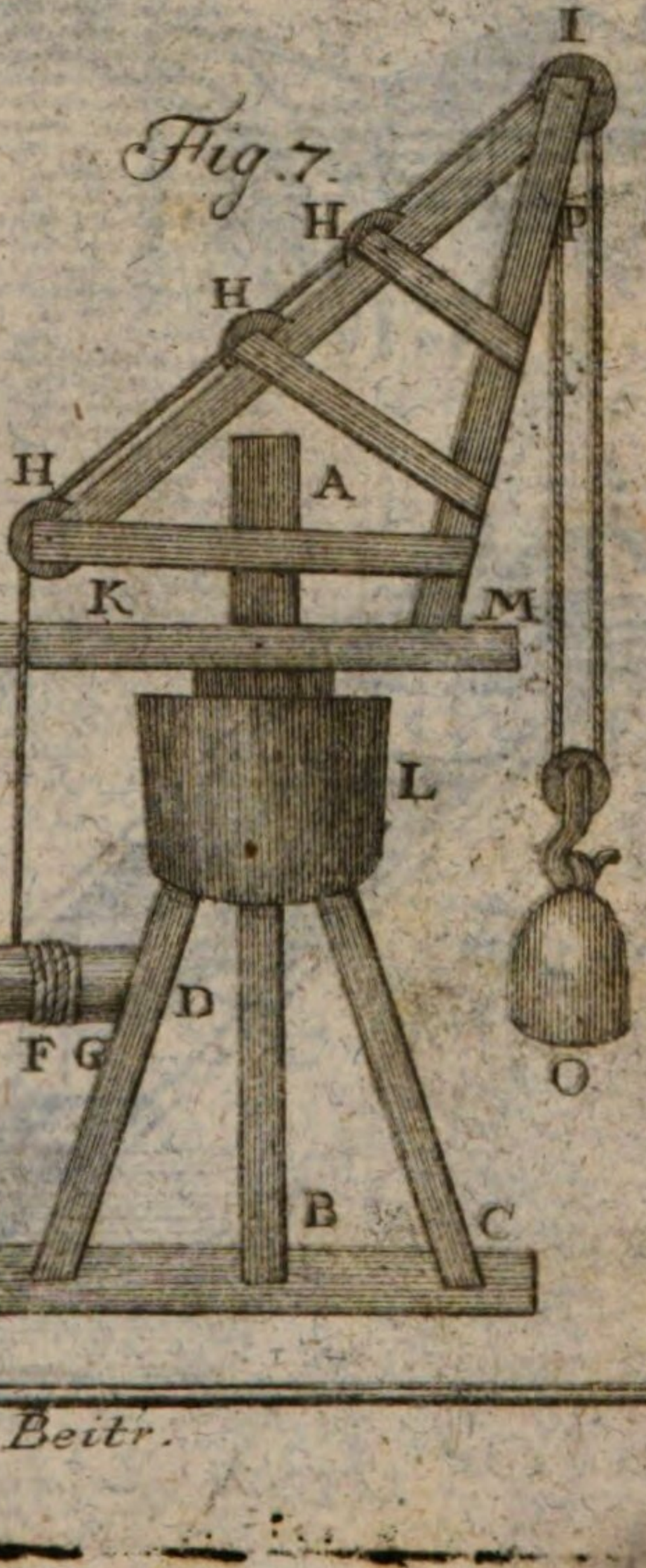
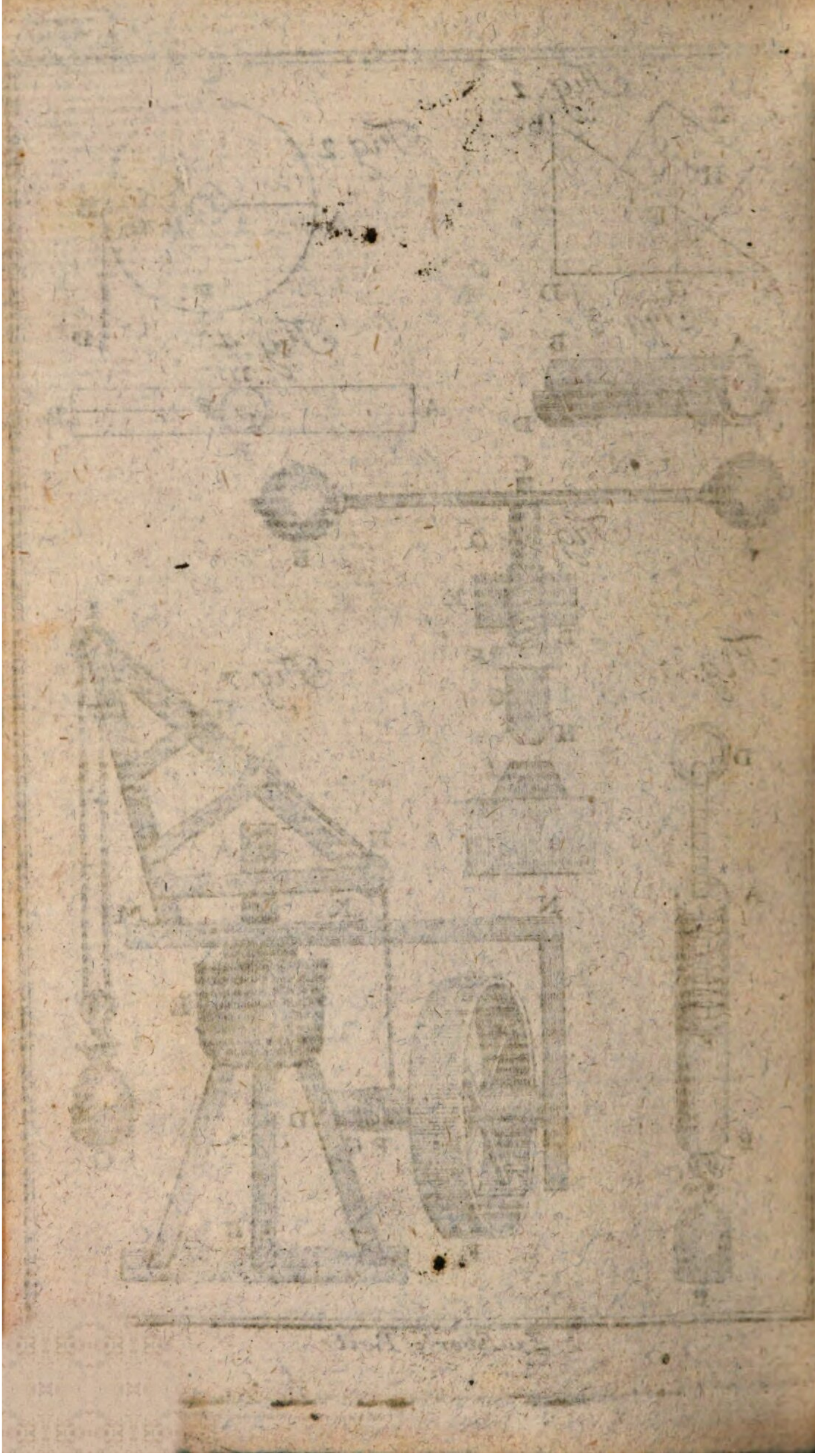


Fig. 7.



Zu Eberh. Beitr.



Tab. XIV.

Fig. 1.

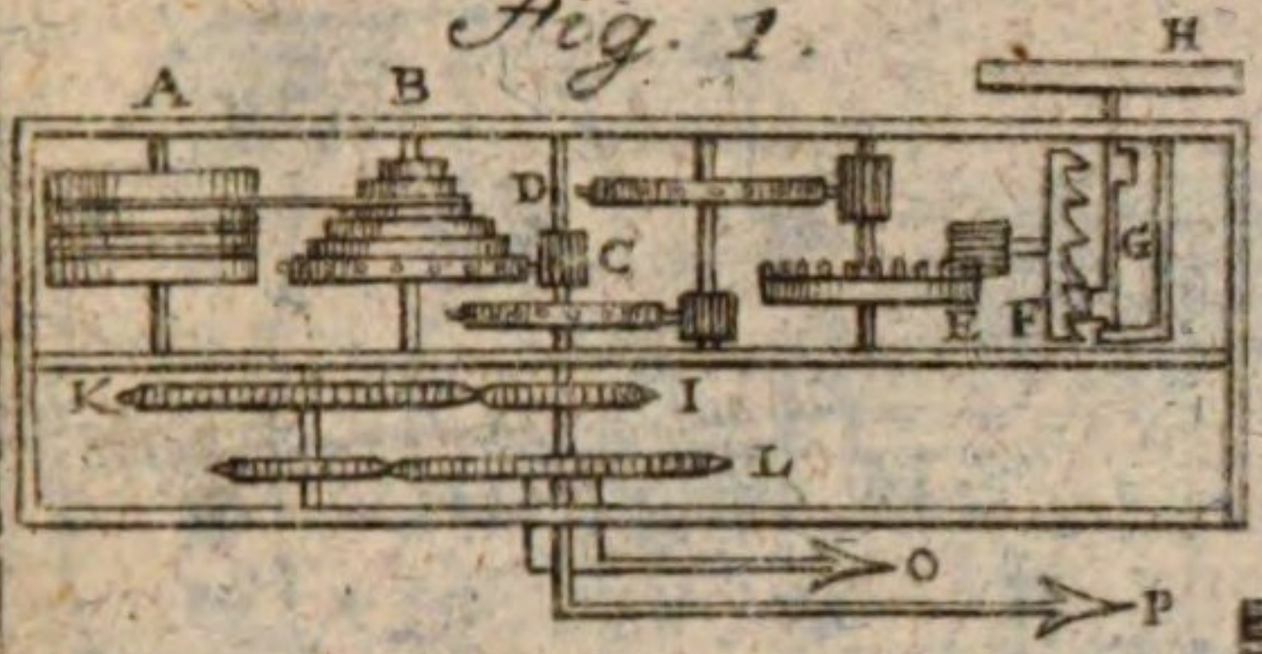


Fig. 4.

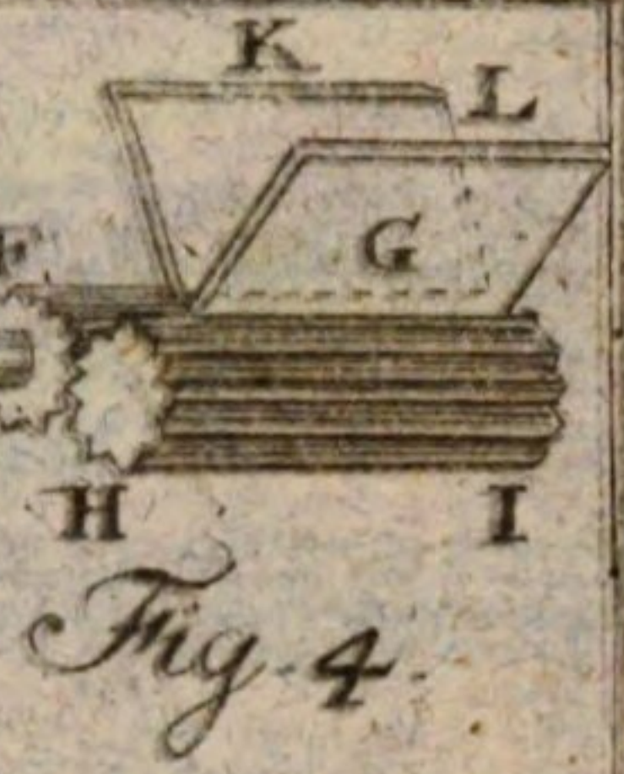


Fig. 2.

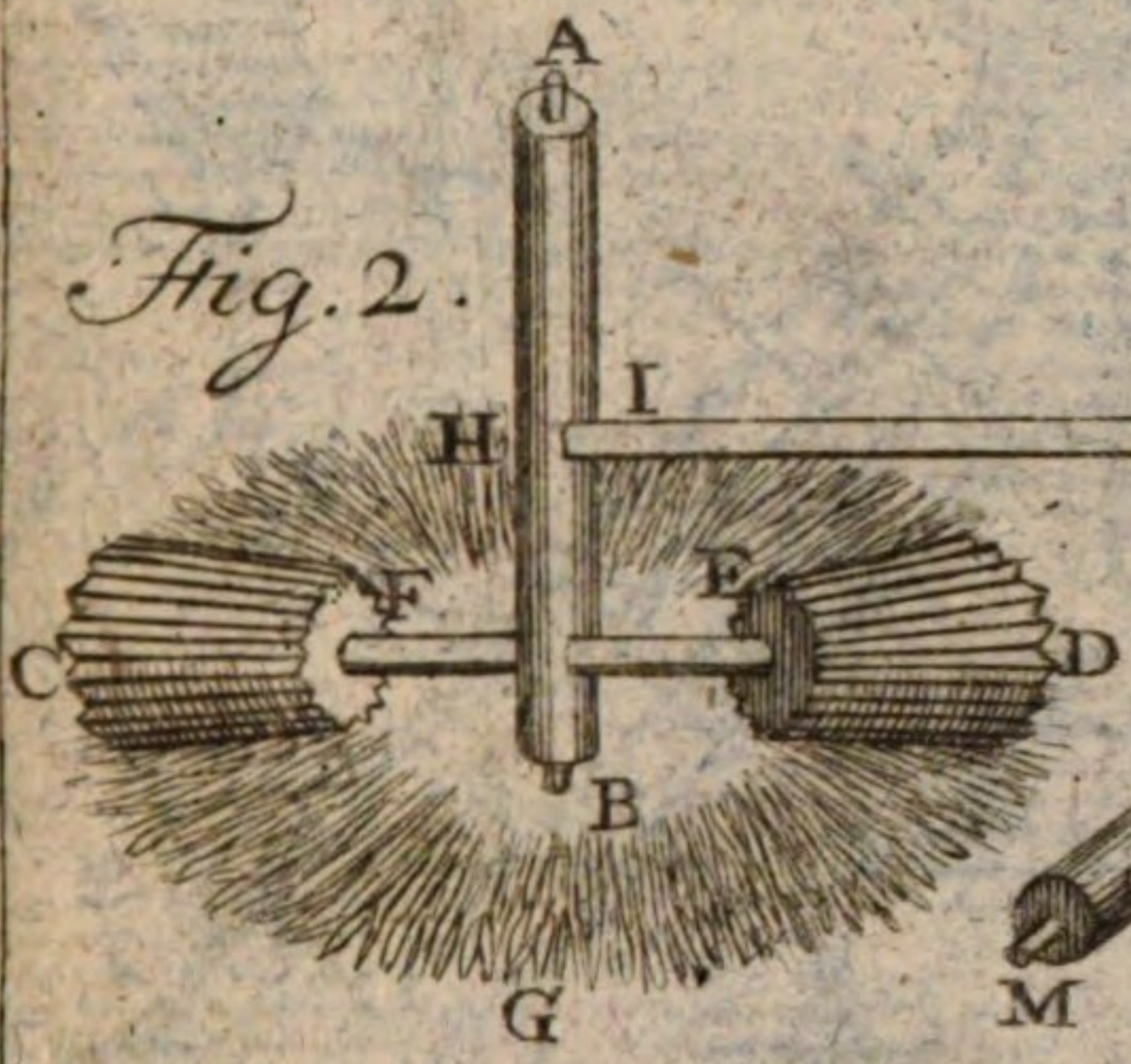
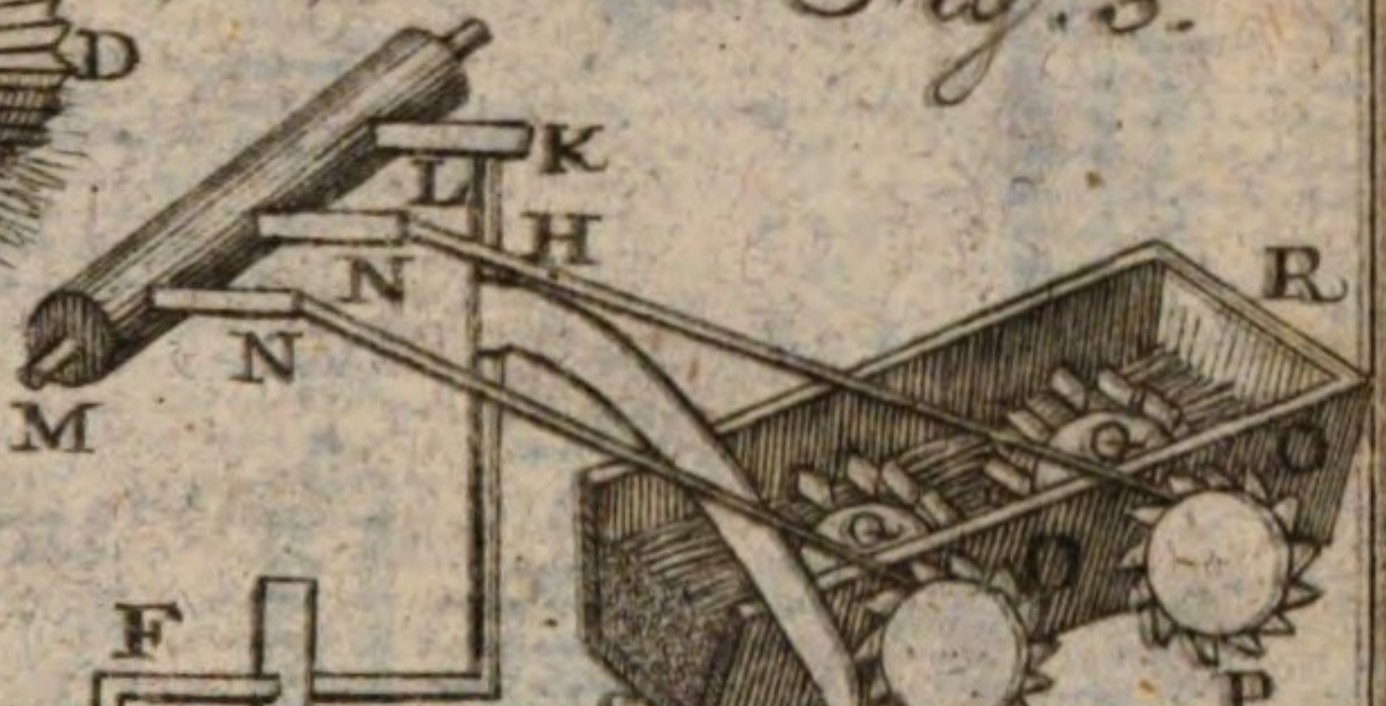


Fig. 3.



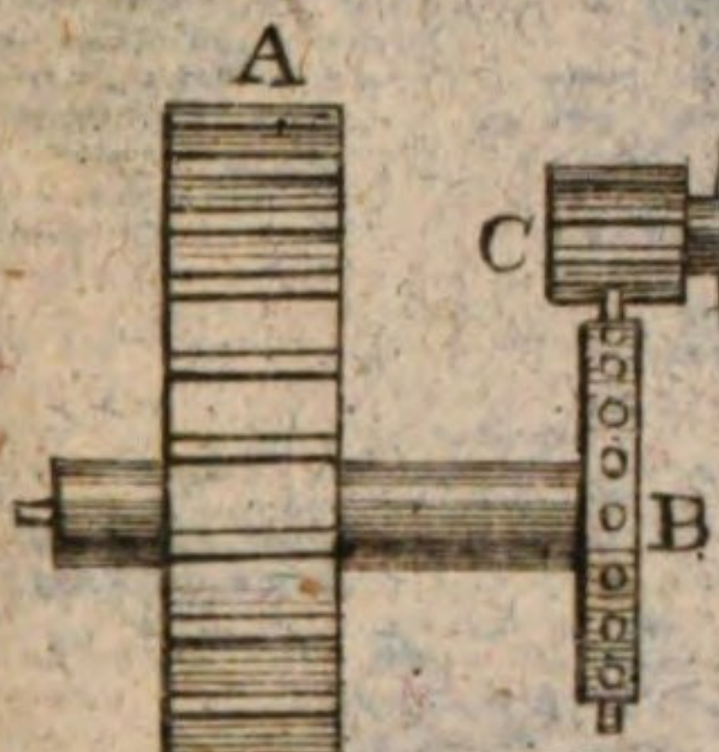


Fig. 5.

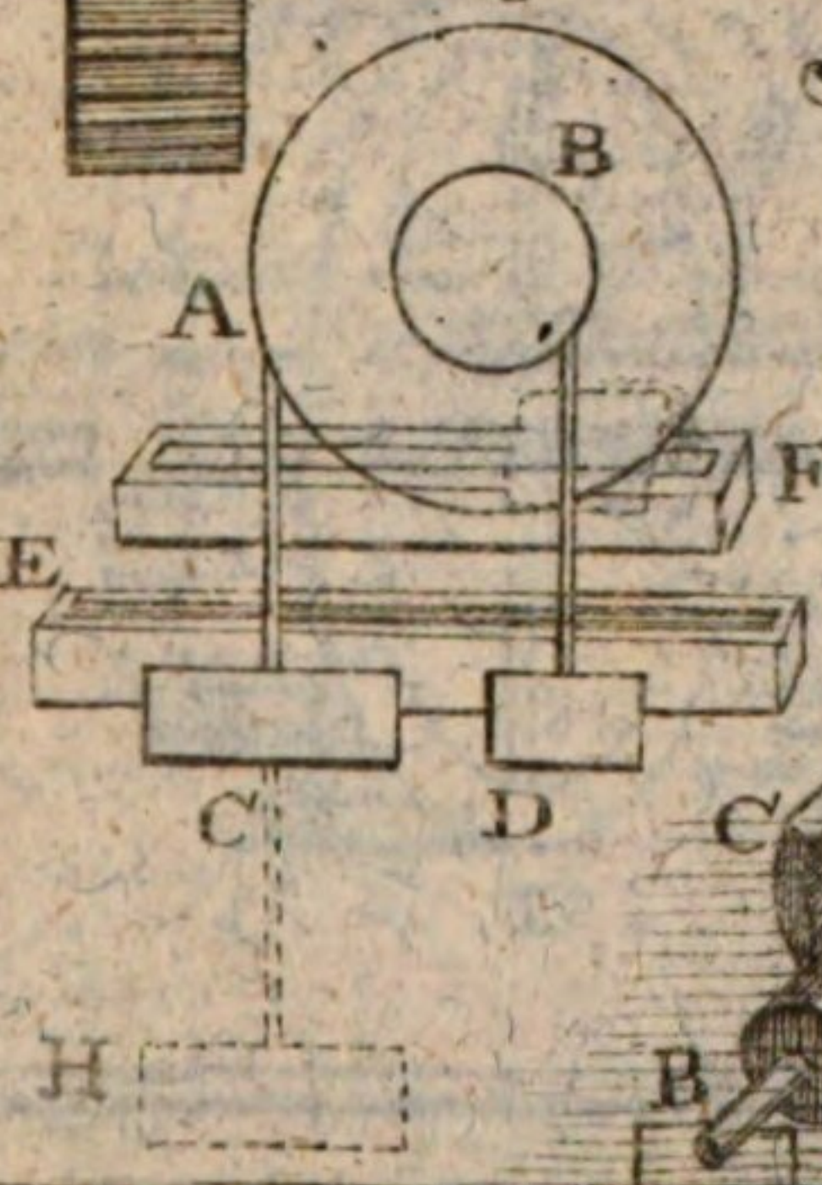


Fig. 6.

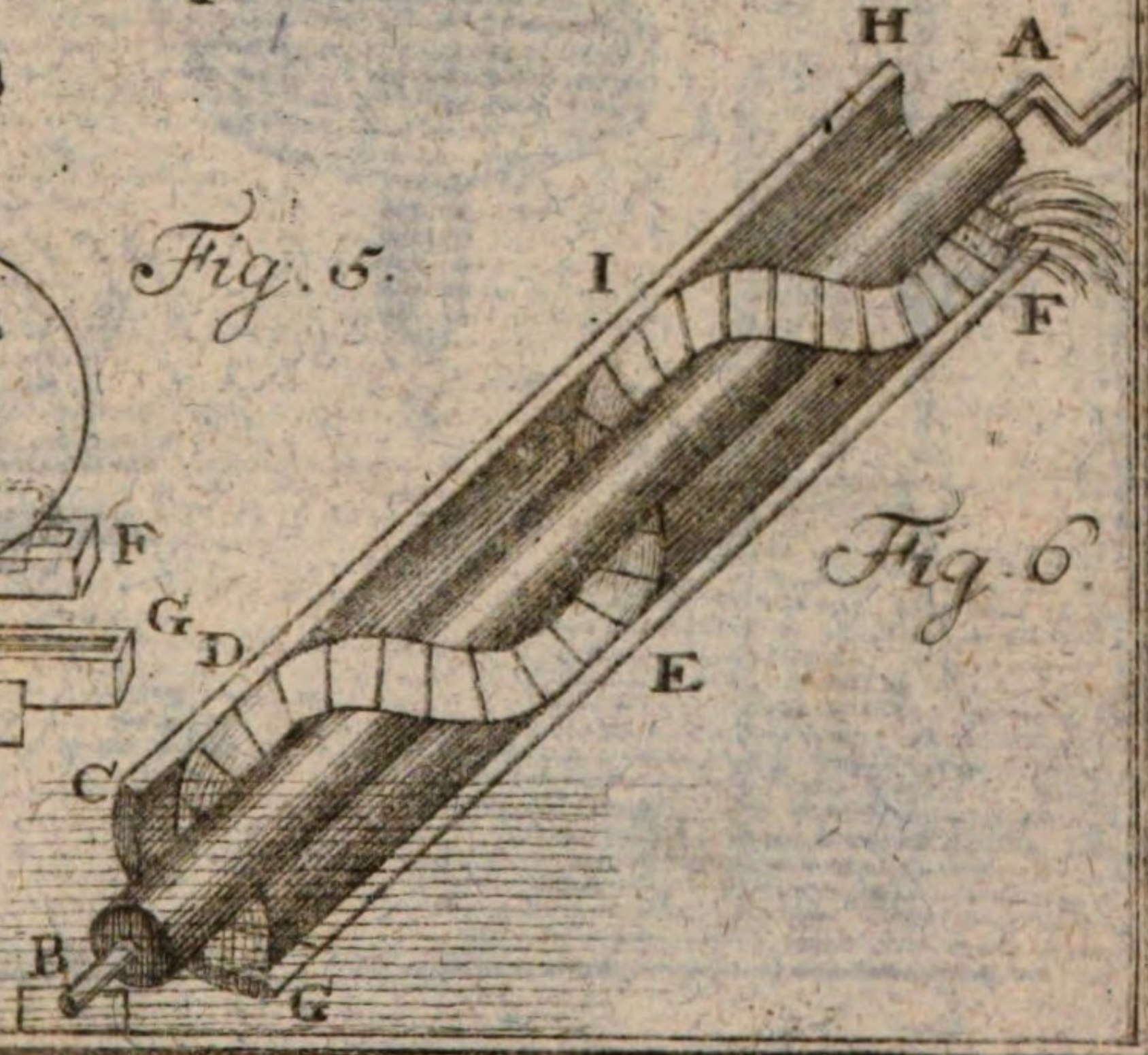


Fig. 1.

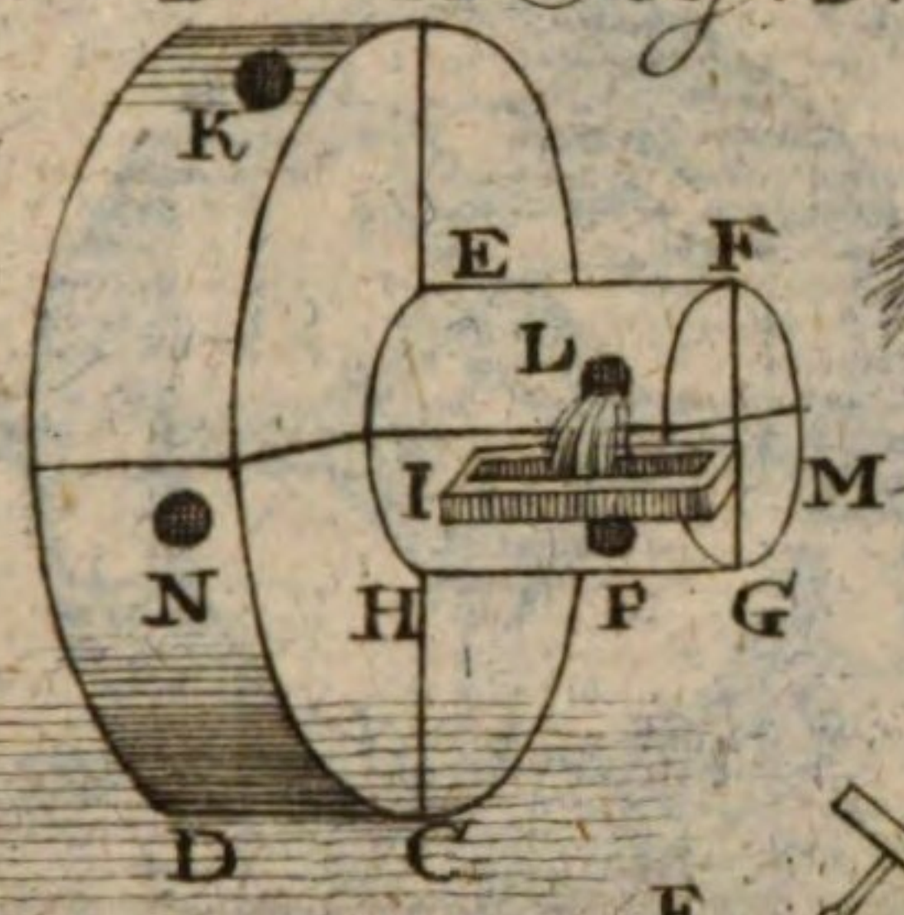
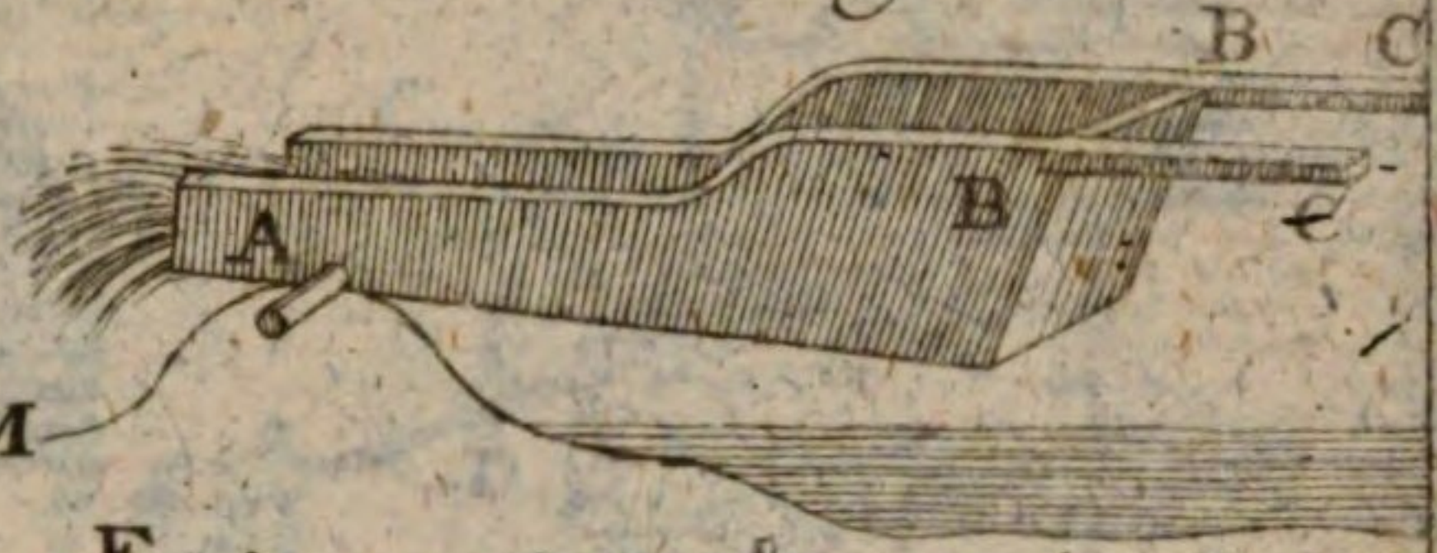


Fig. 2.



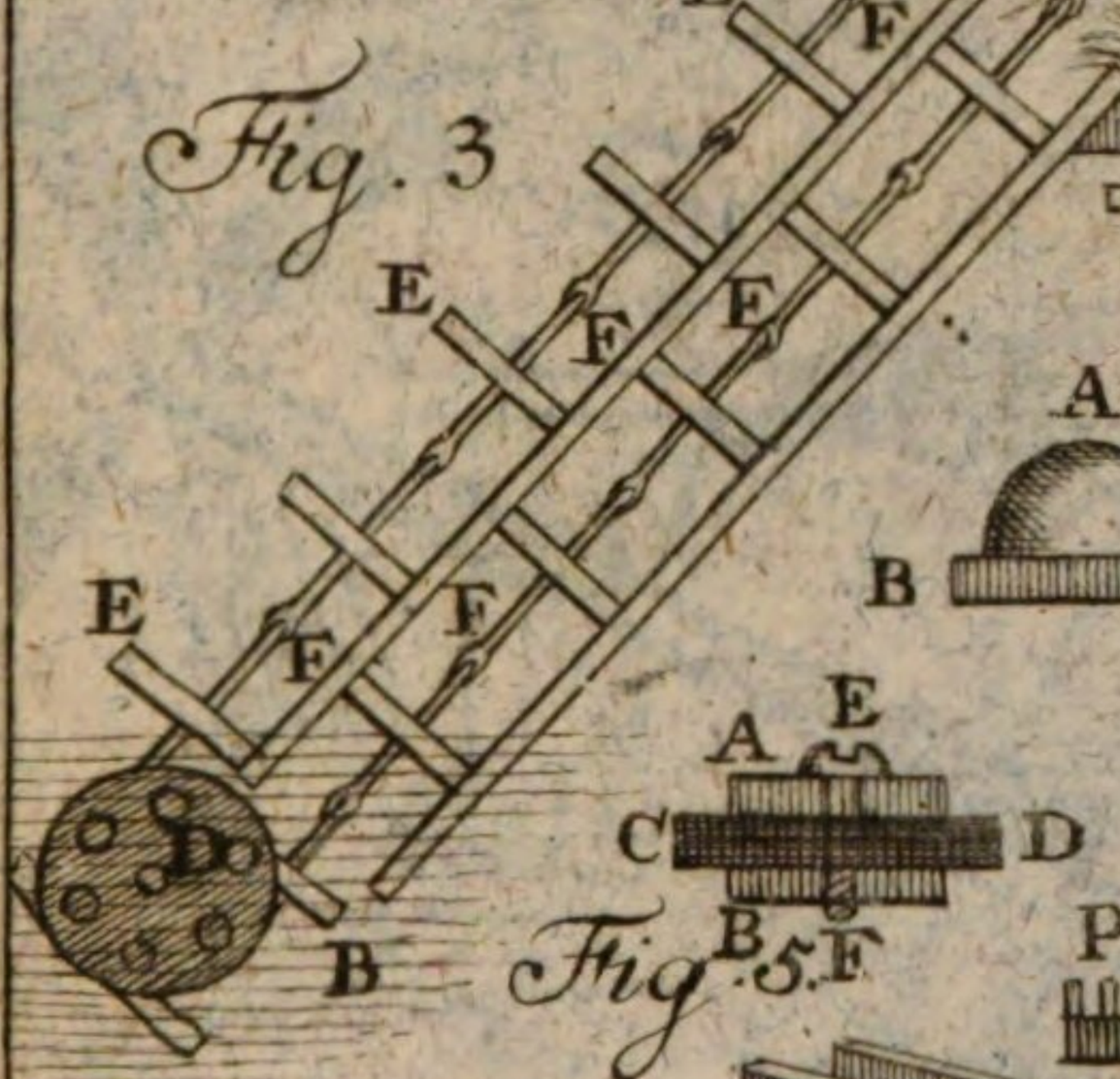


Fig. 3

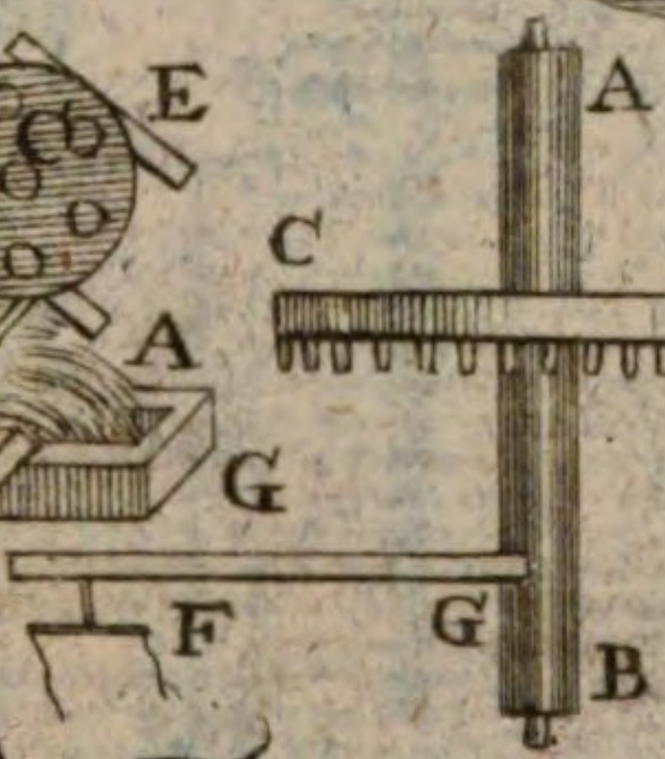


Fig. 6.

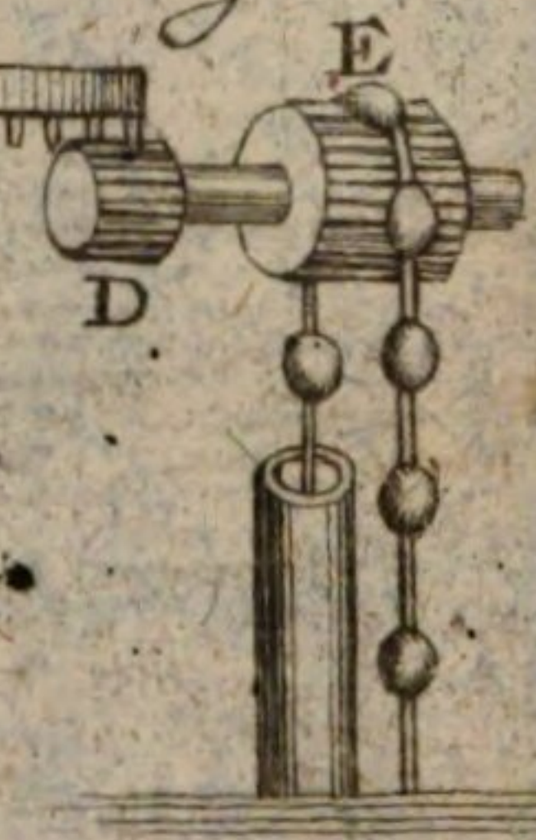
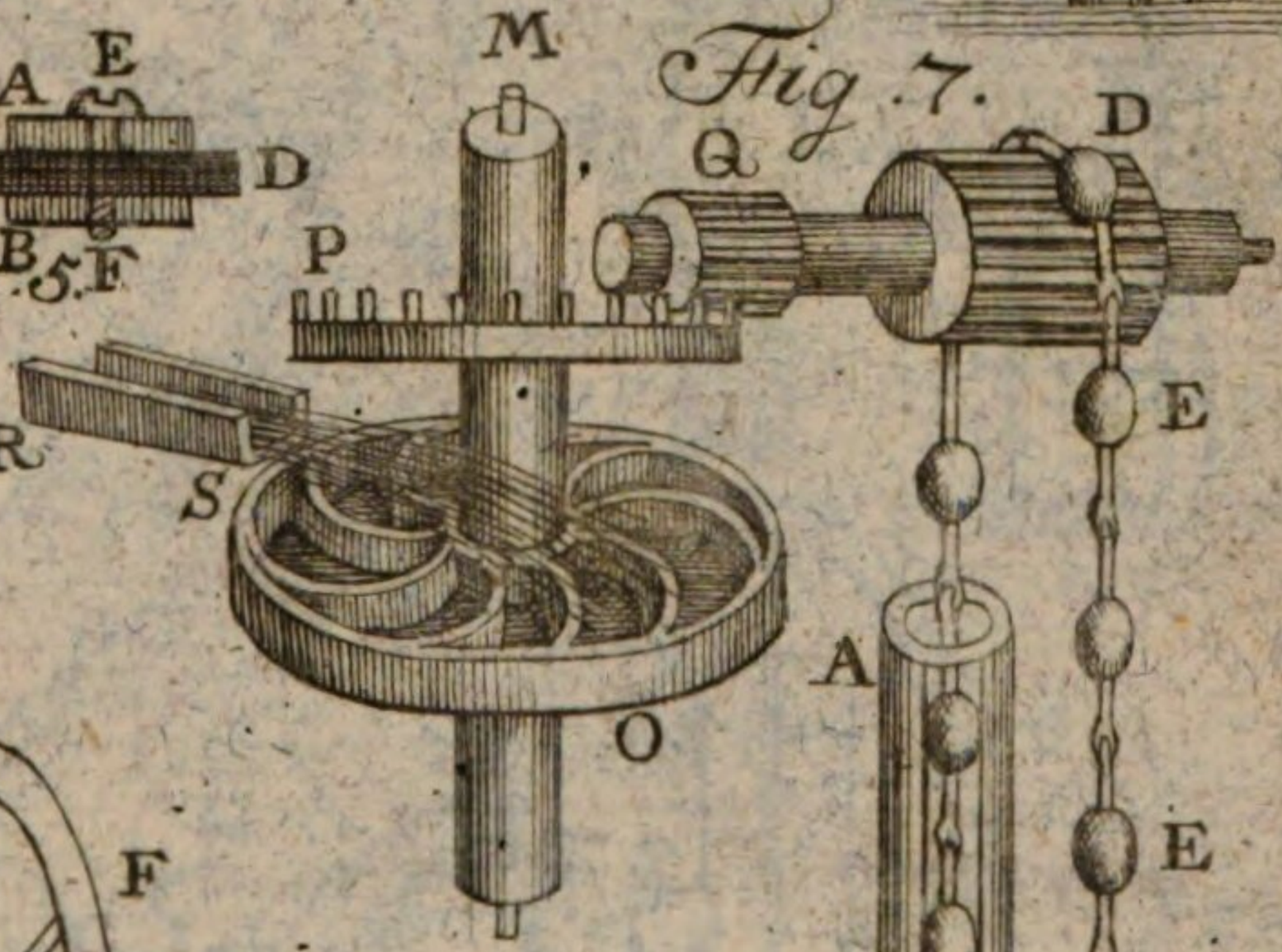


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 7.



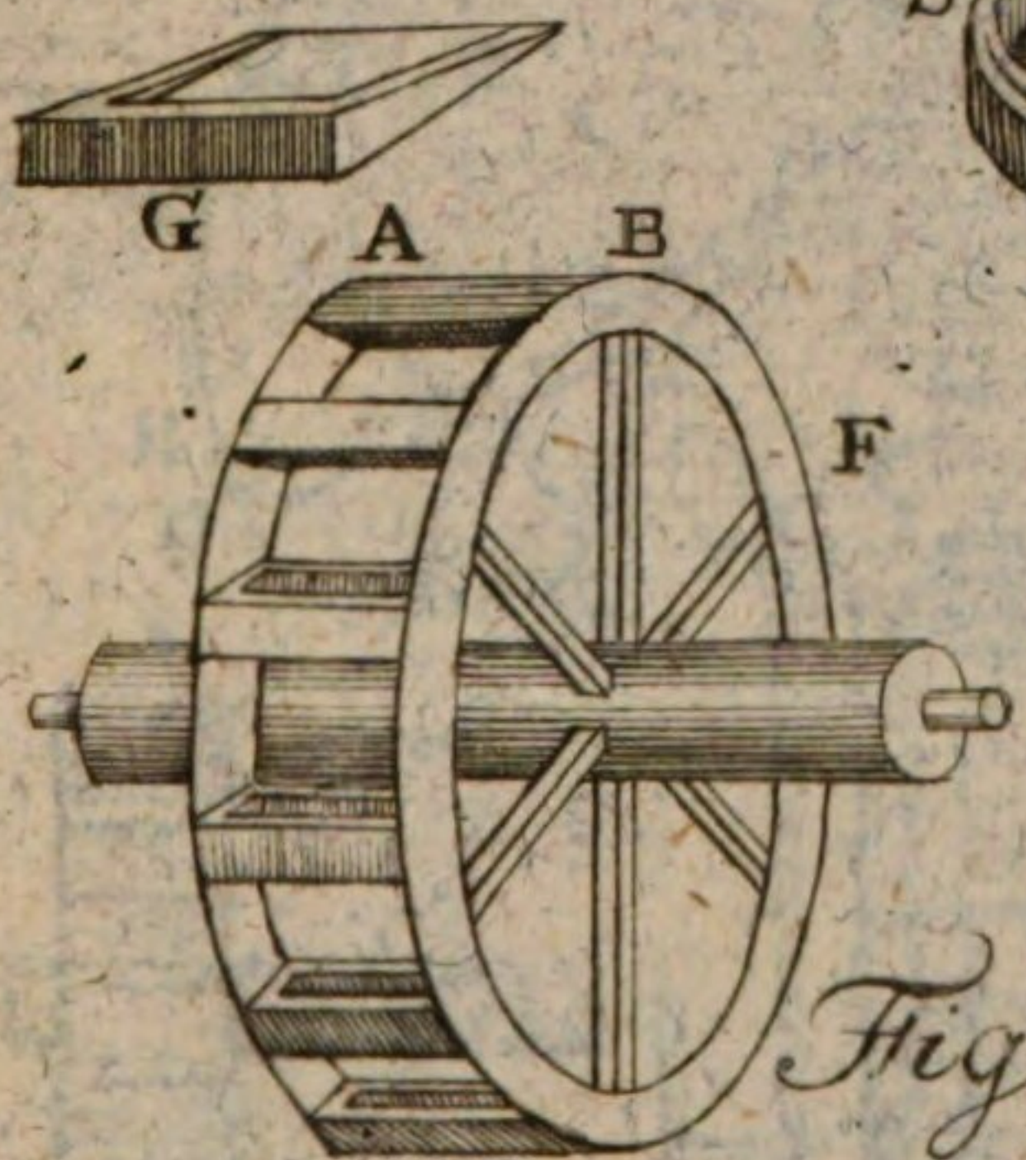


Fig. 8.

Tab. XVI.

Fig. 1.

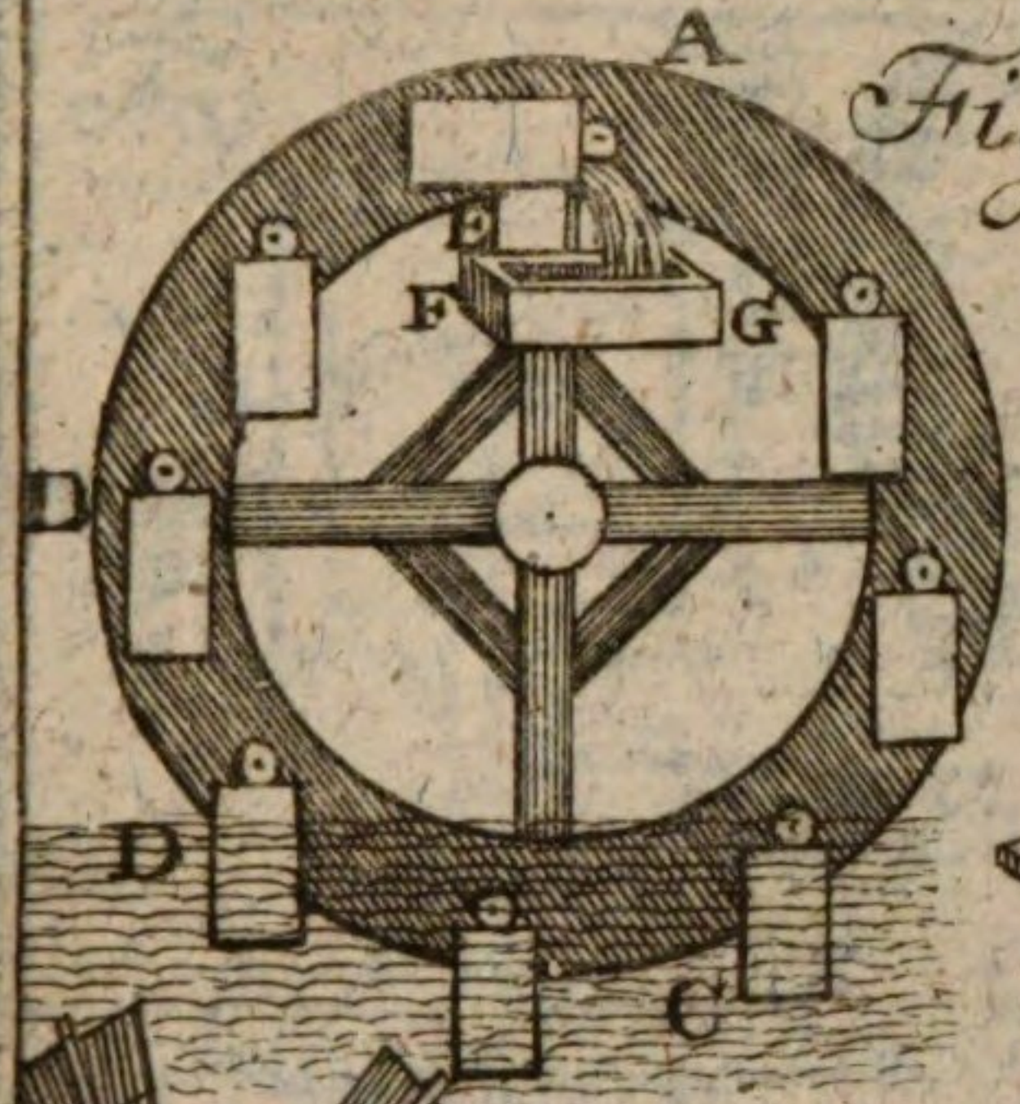


Fig. 5.

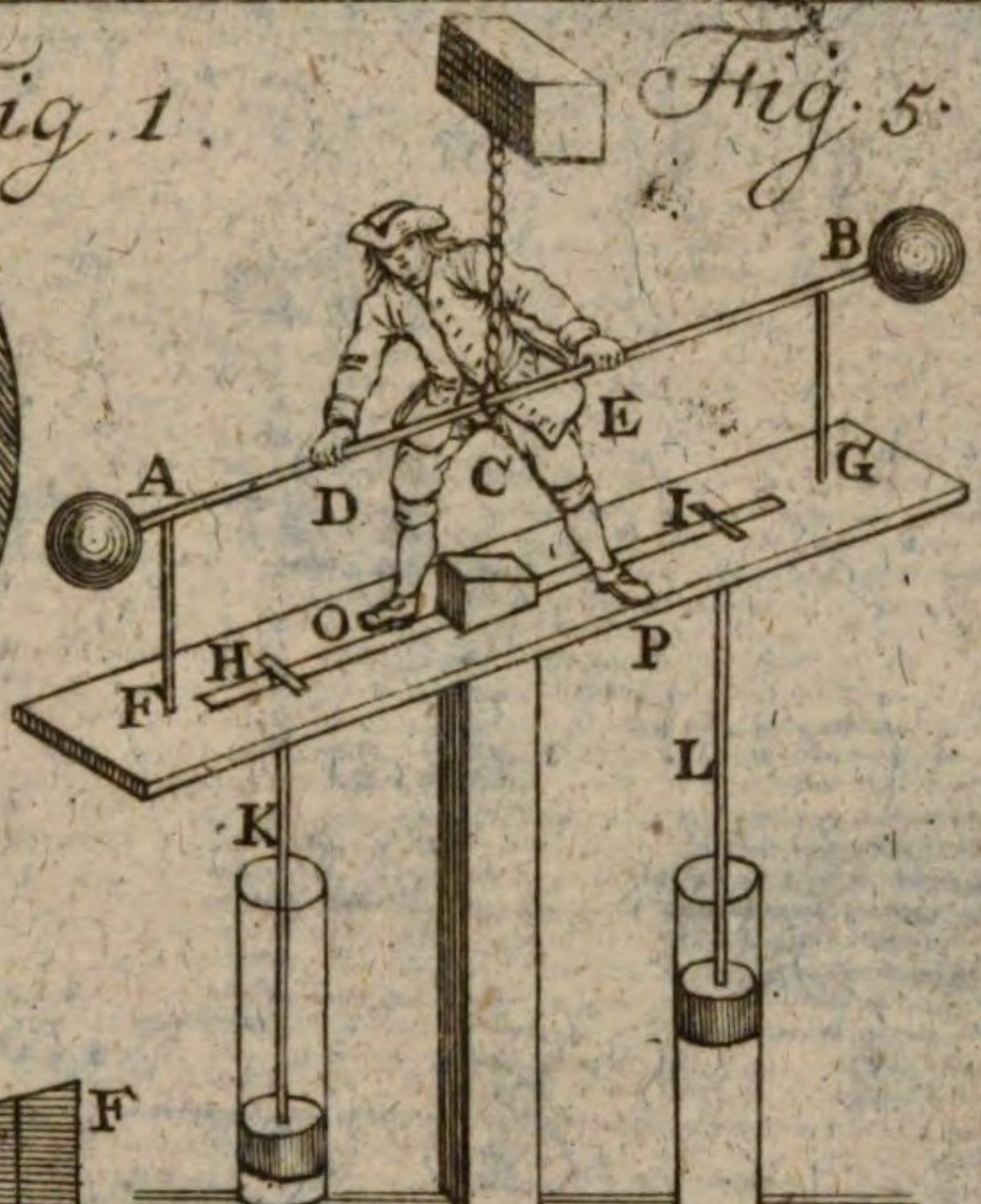


Fig. 2

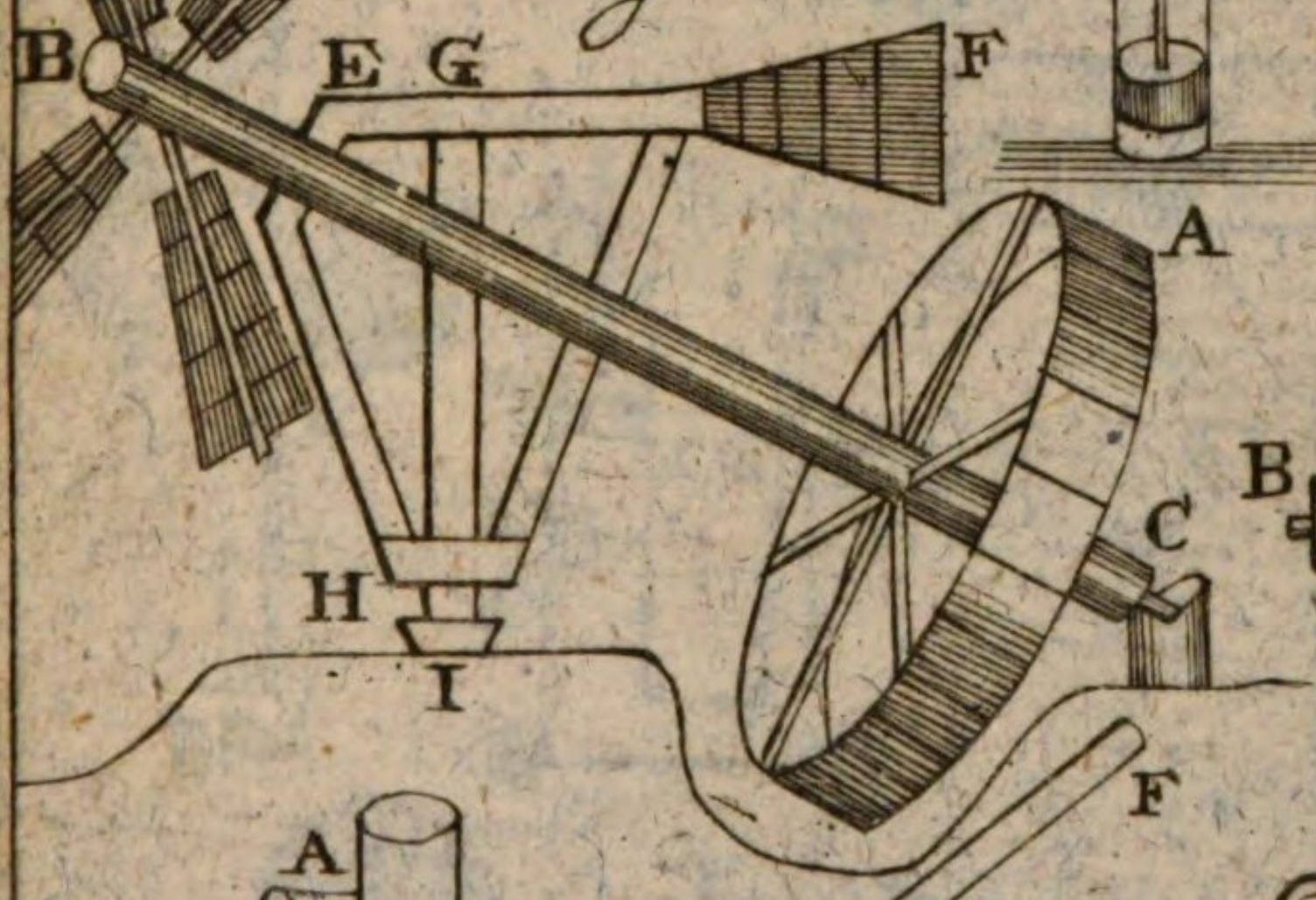


Fig. 7.

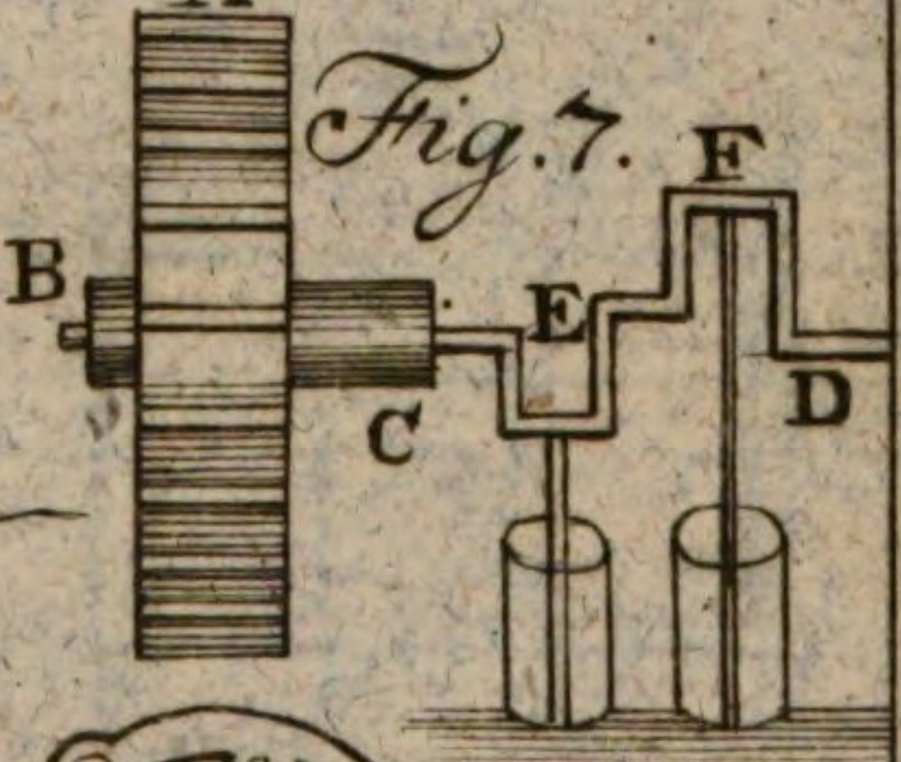


Fig. 3.

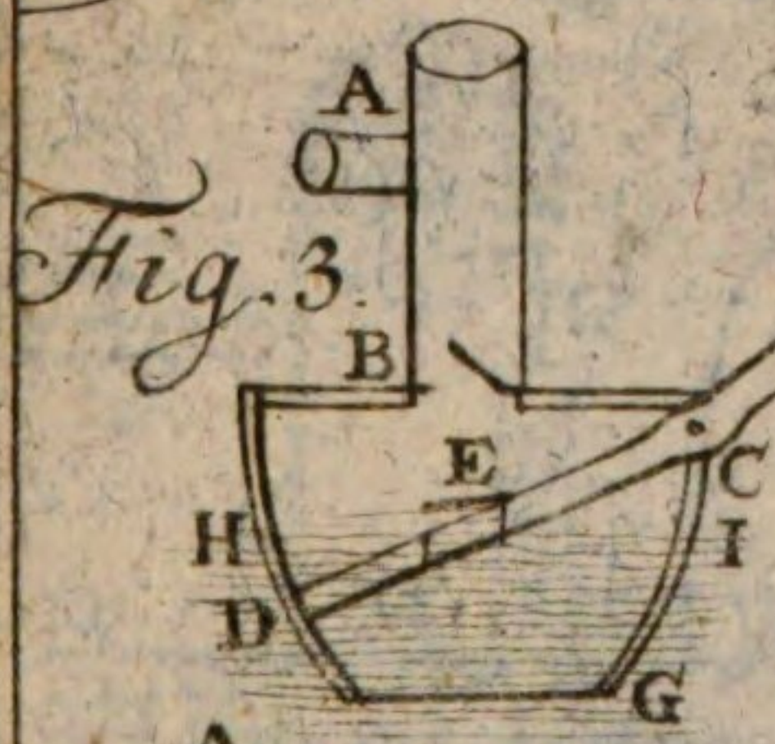
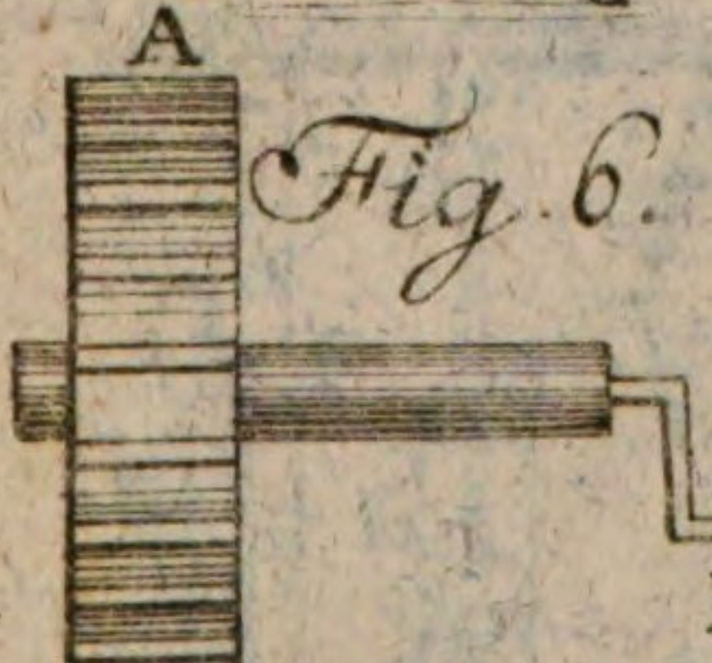


Fig. 6.



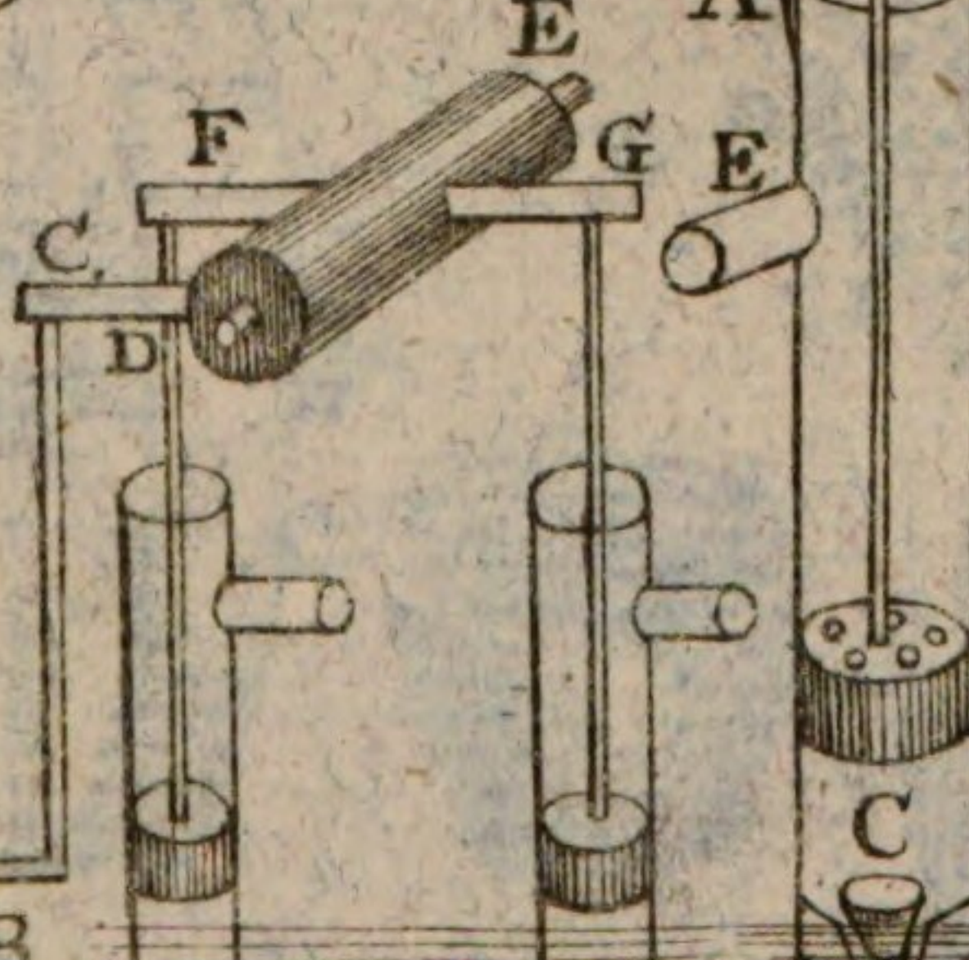
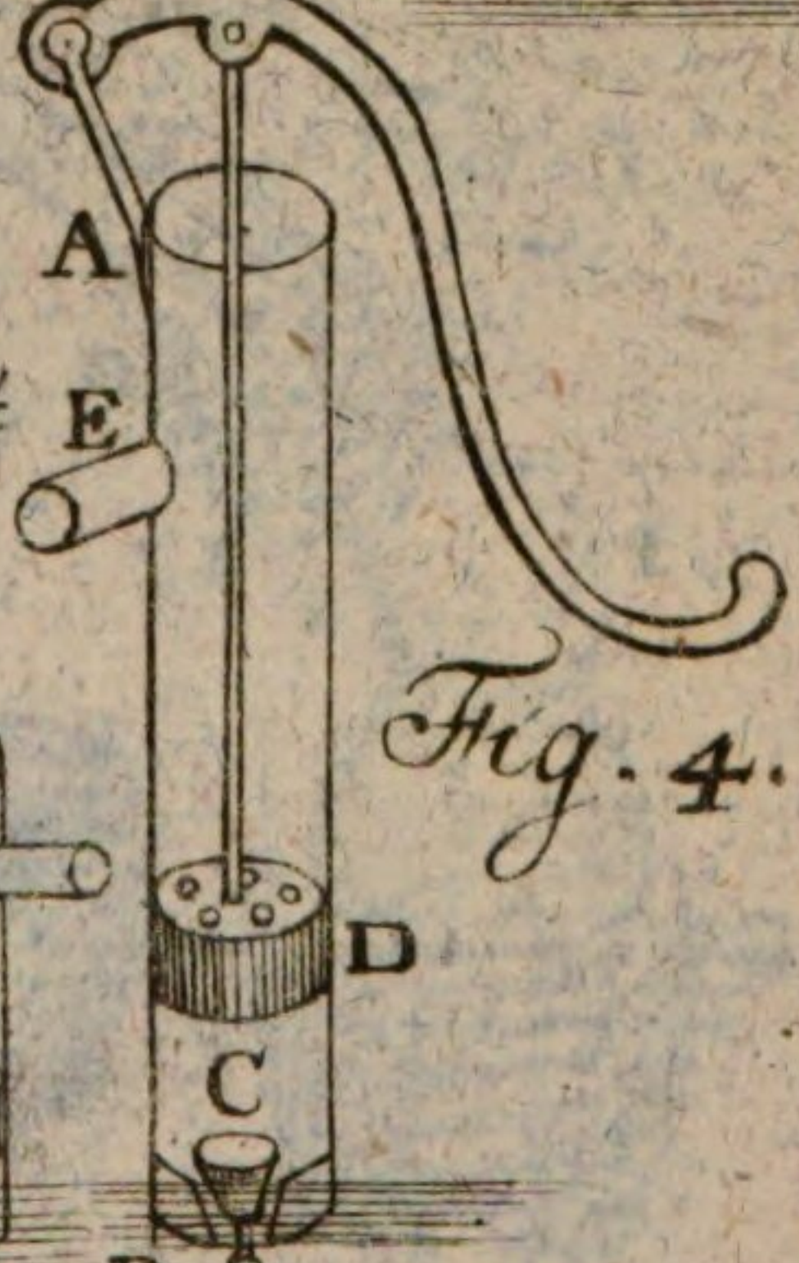


Fig. 4.



Zu Eberh: Beit:

Fig. 1.

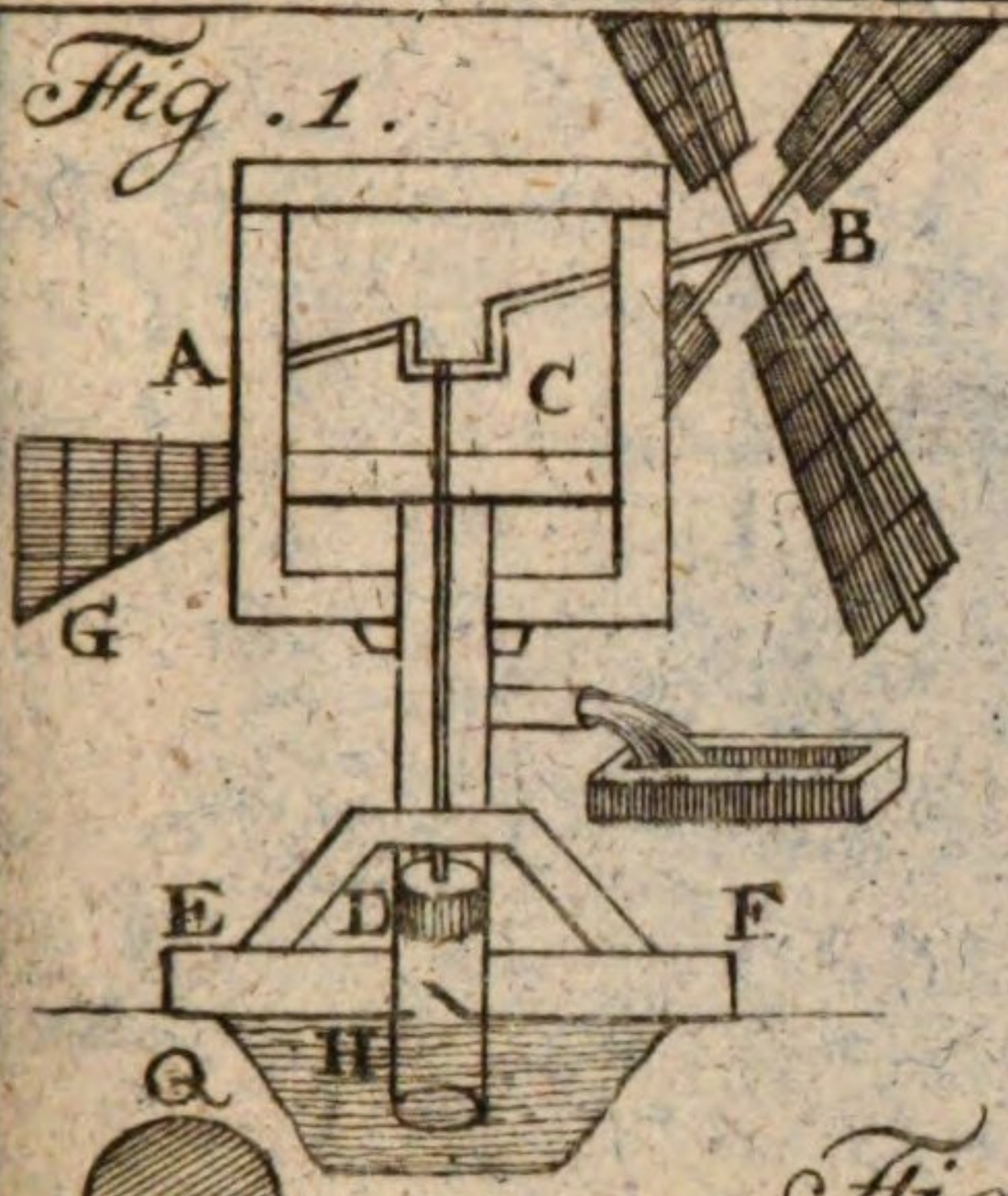


Fig. 4.

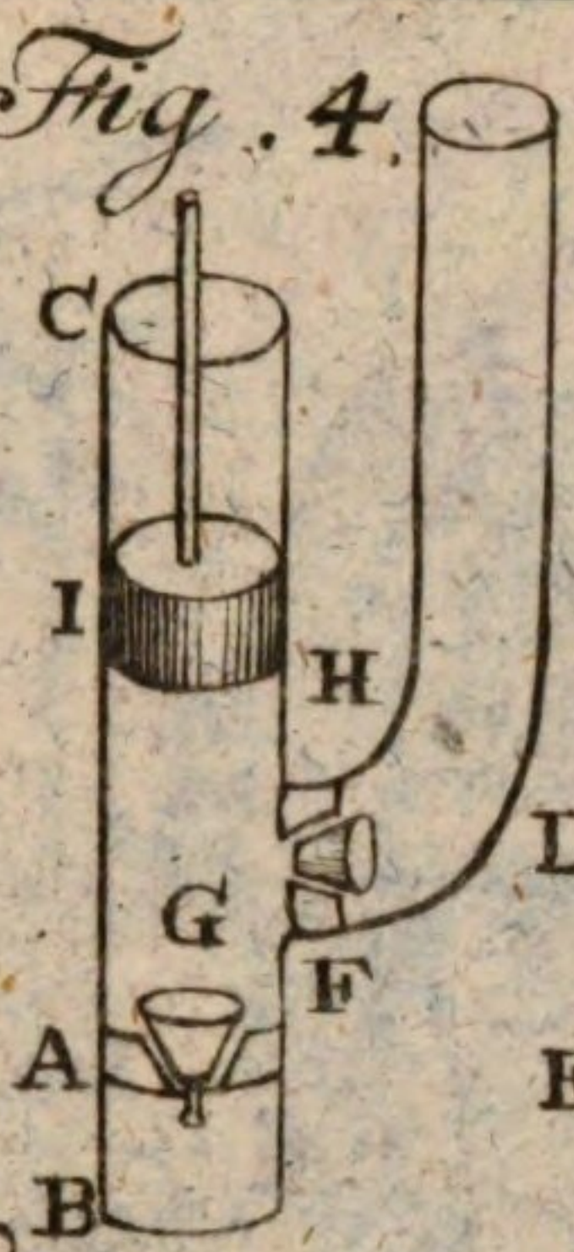


Fig. 5.

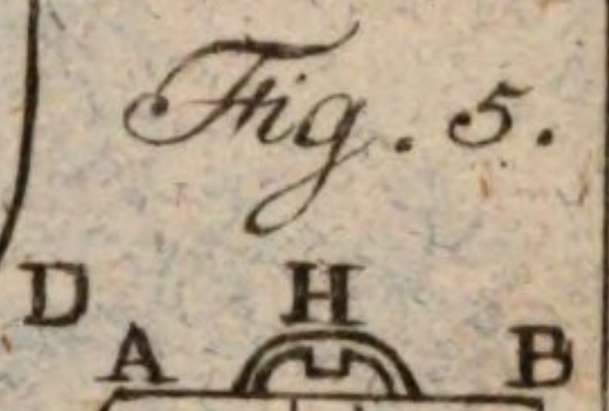


Fig. 6.

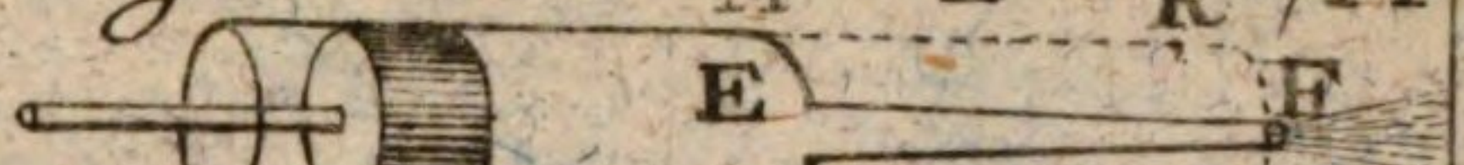


Fig. 2.

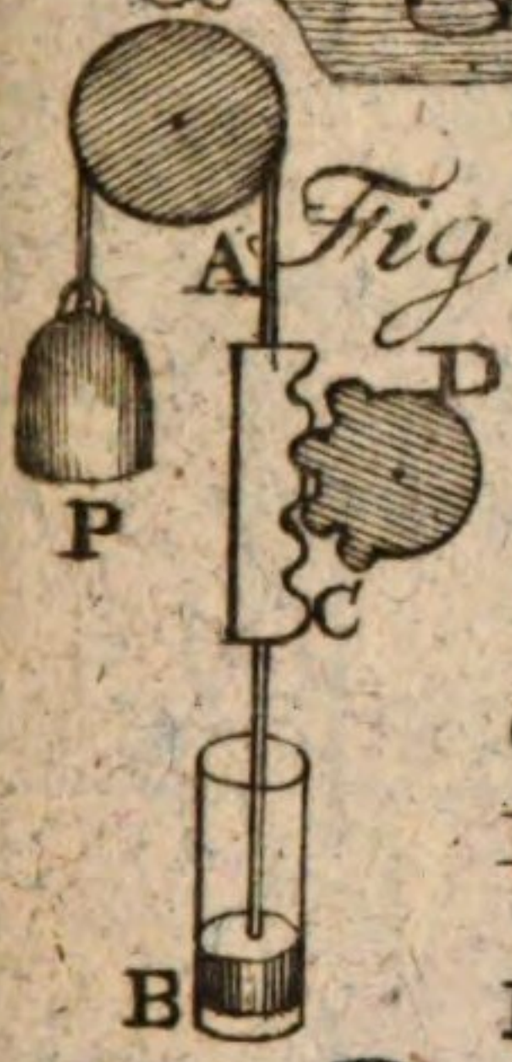


Fig. 7.

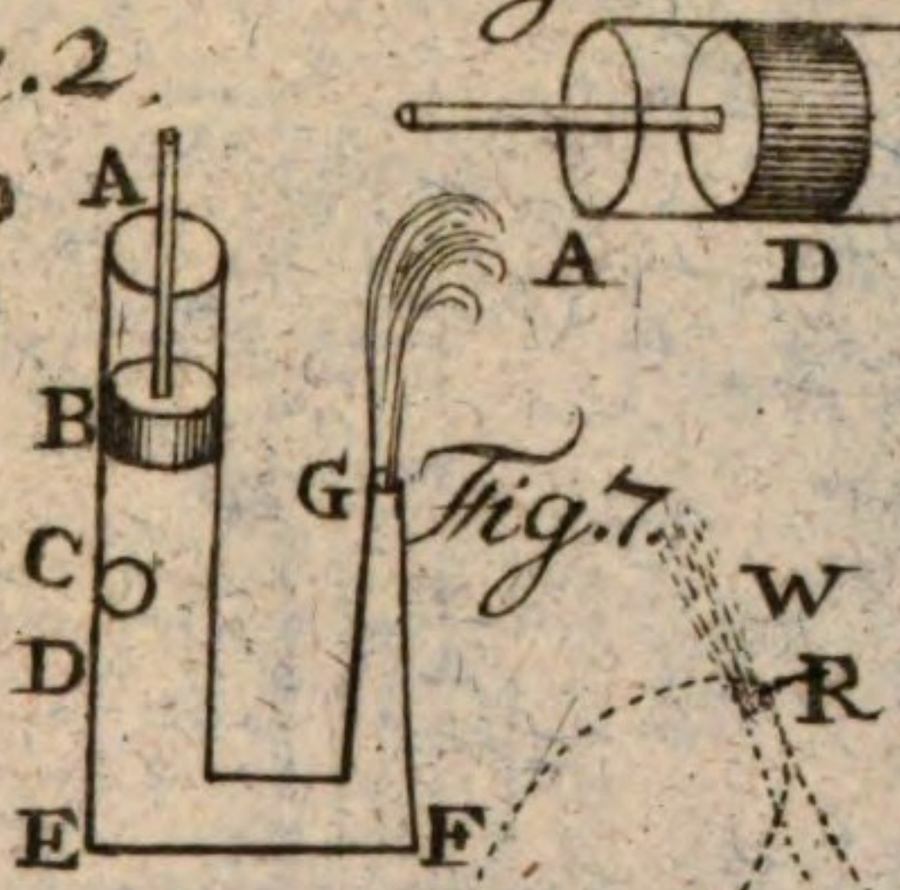


Fig. 8.

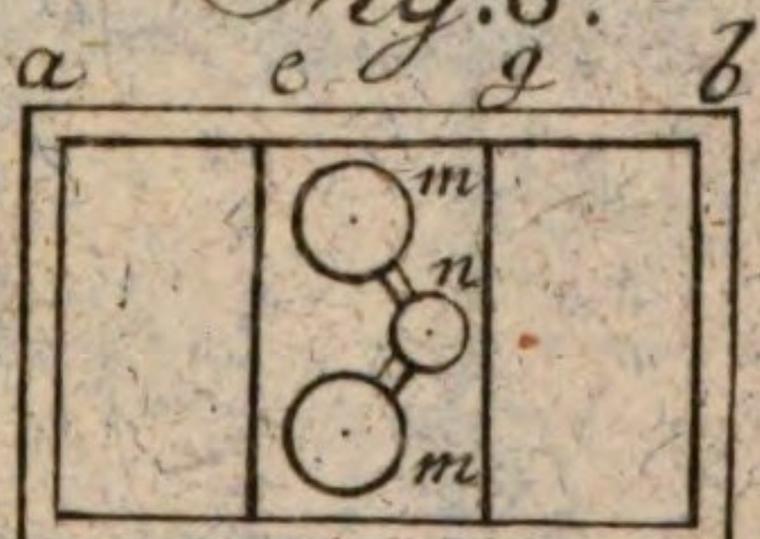


Fig. 3.

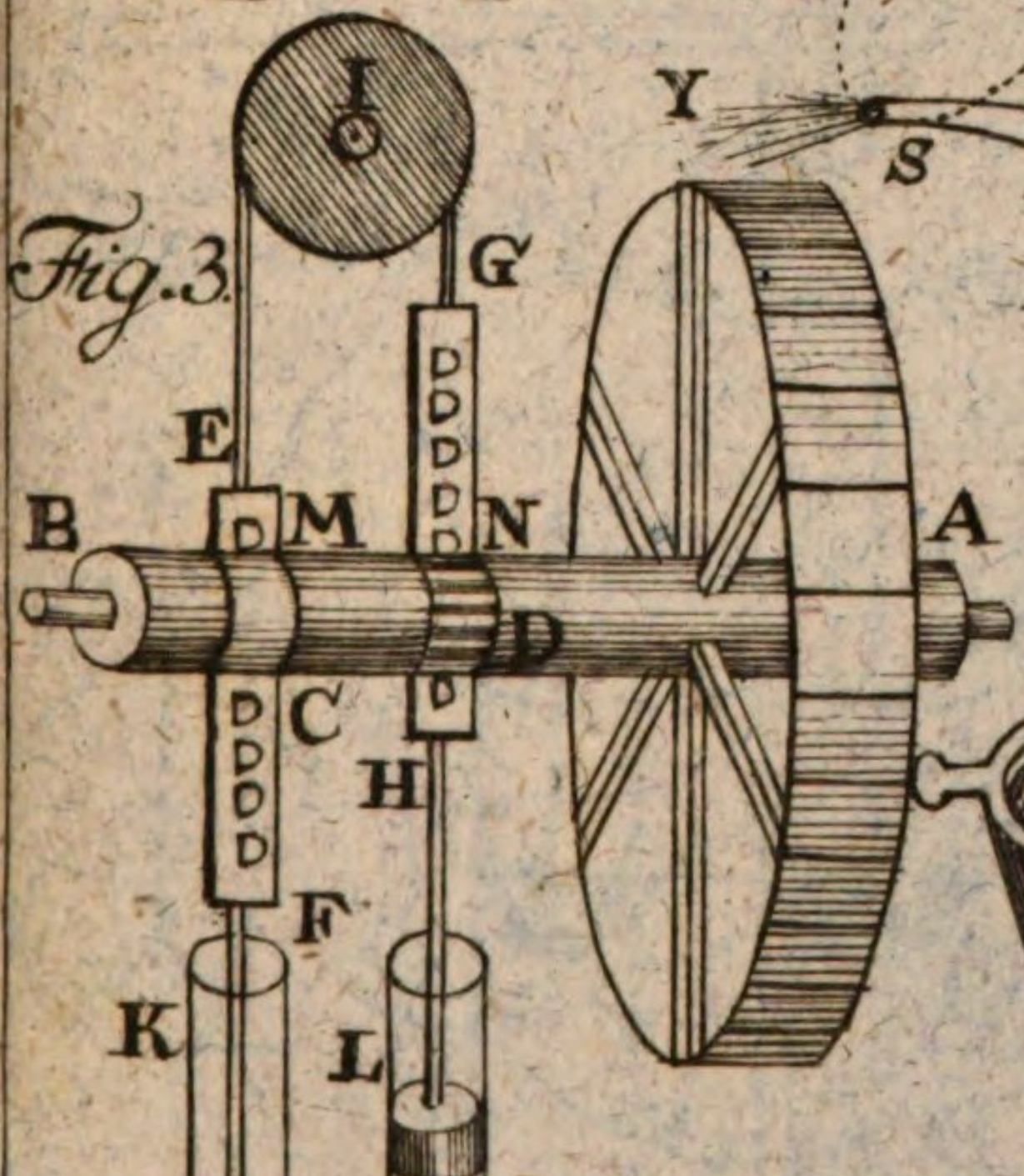
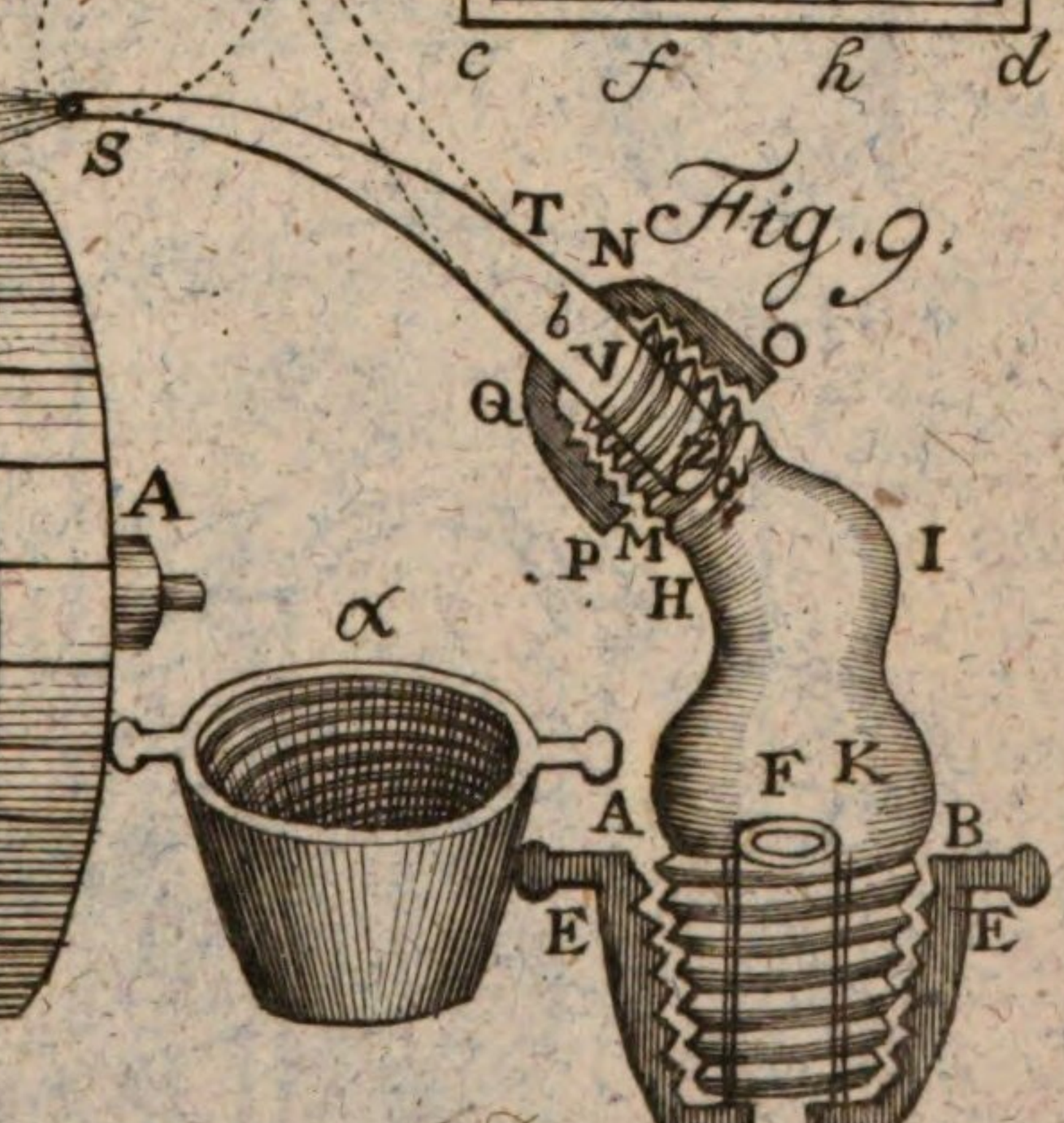


Fig. 9.



Zu Eberh: Beitr:

Fig. 1.

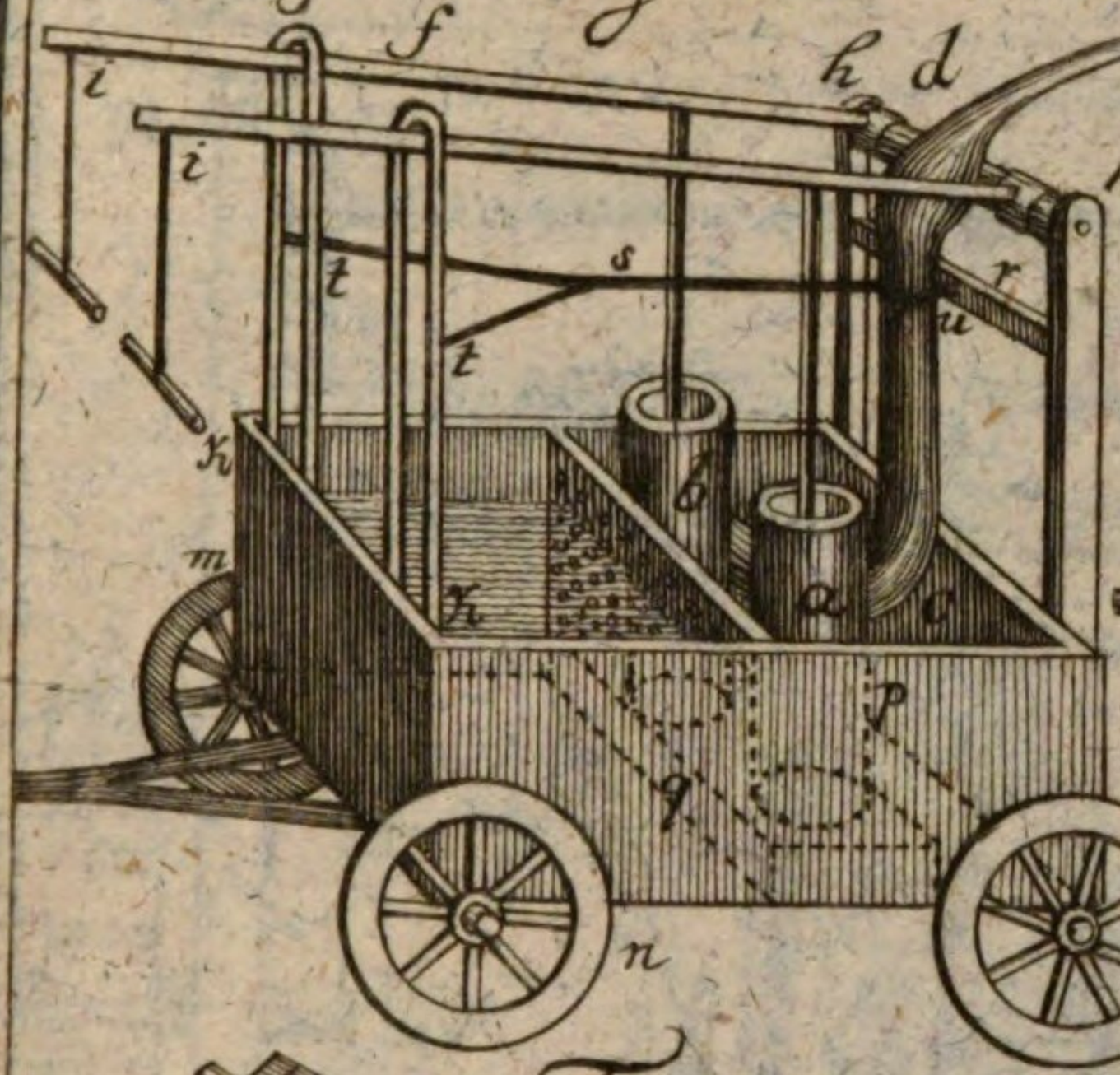


Fig. 5.

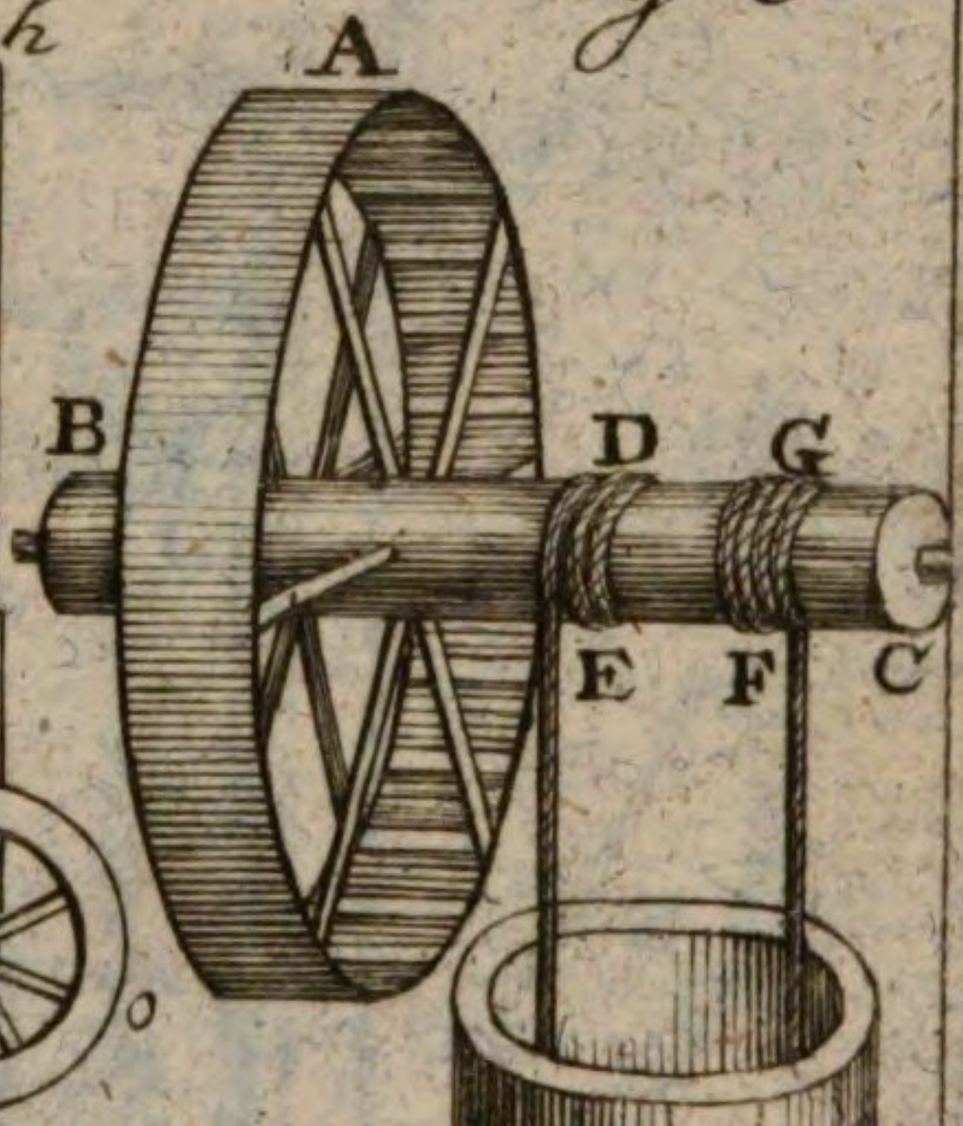
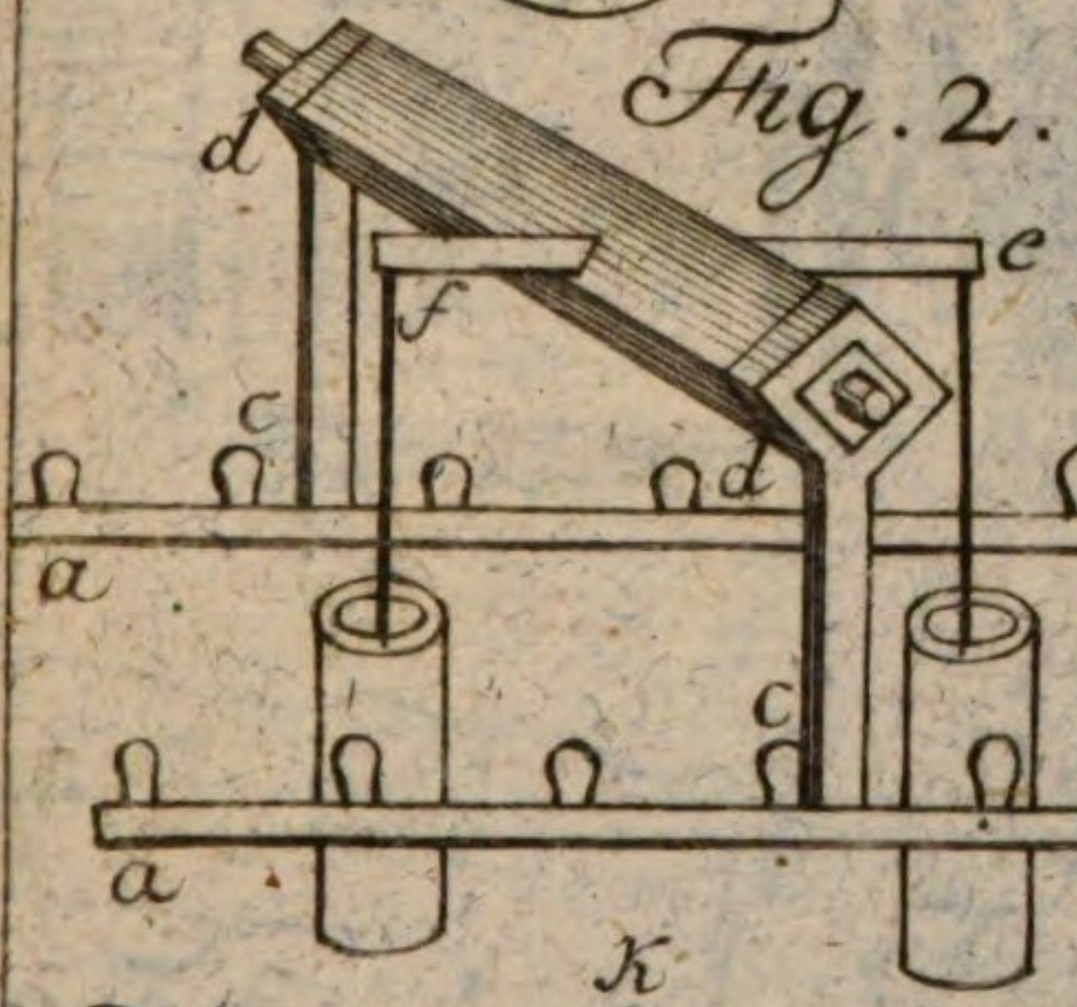


Fig. 2.



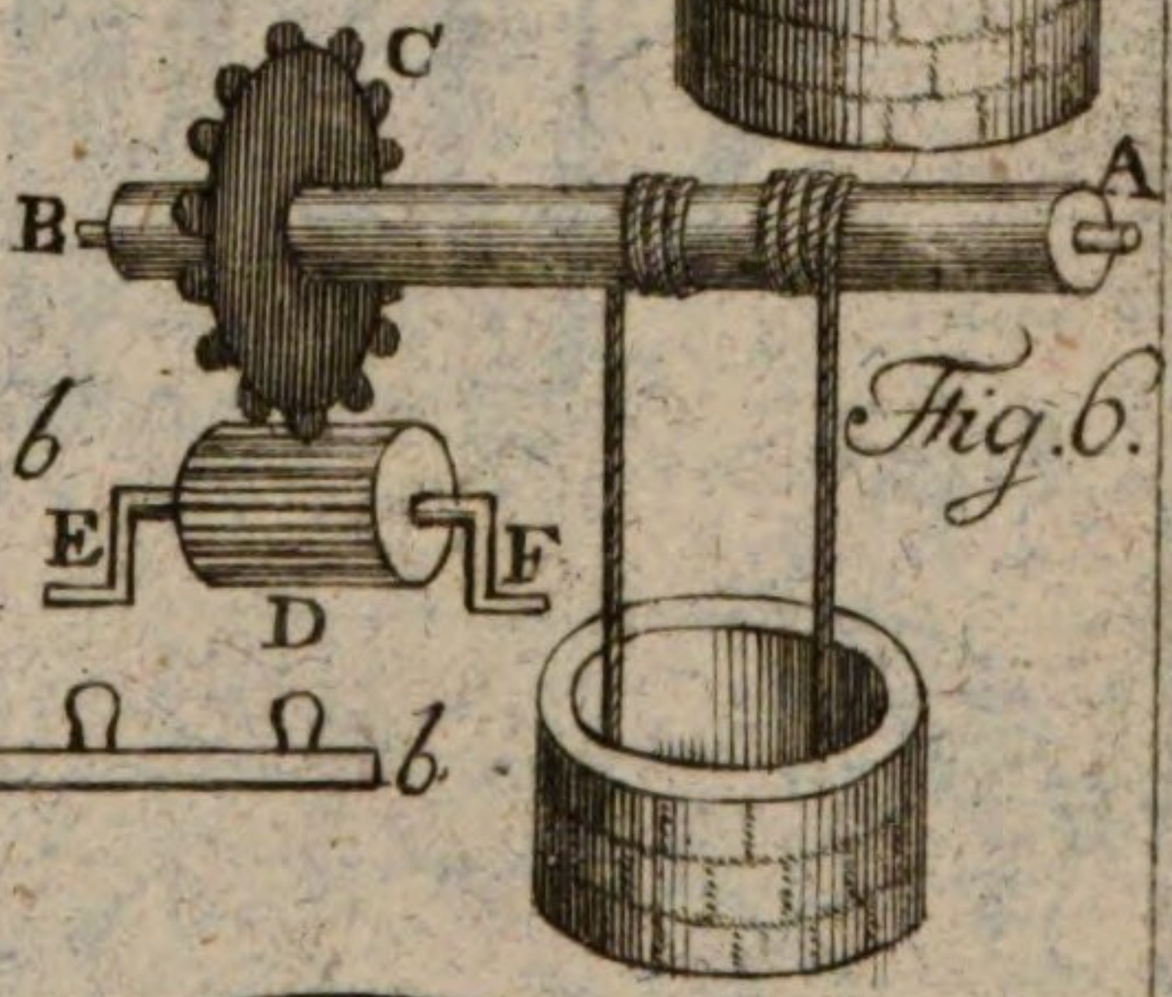


Fig. 6.

Fig. 3.

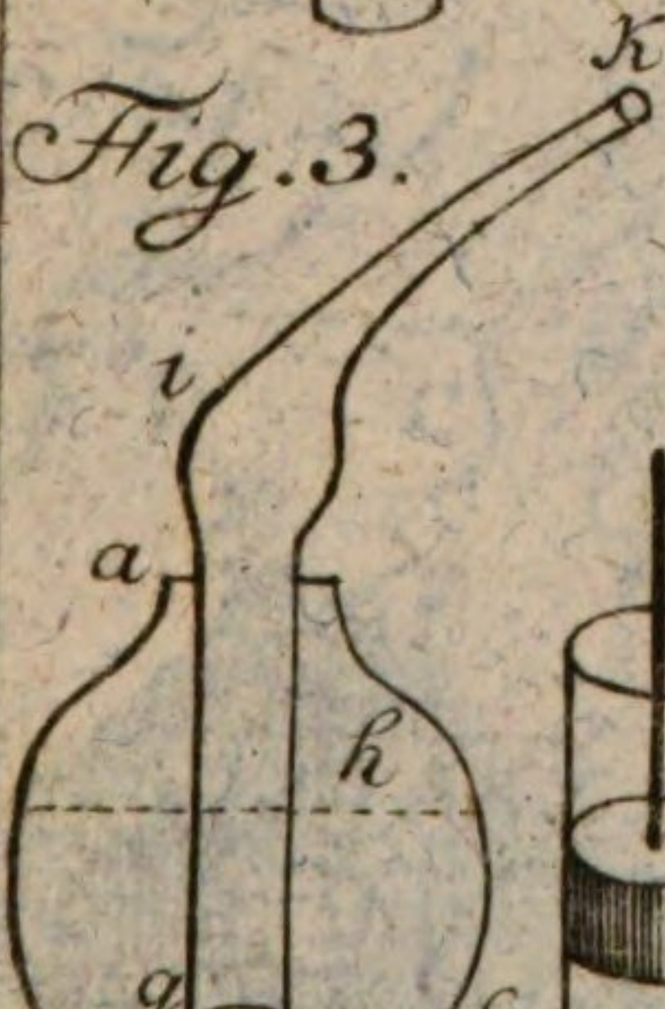
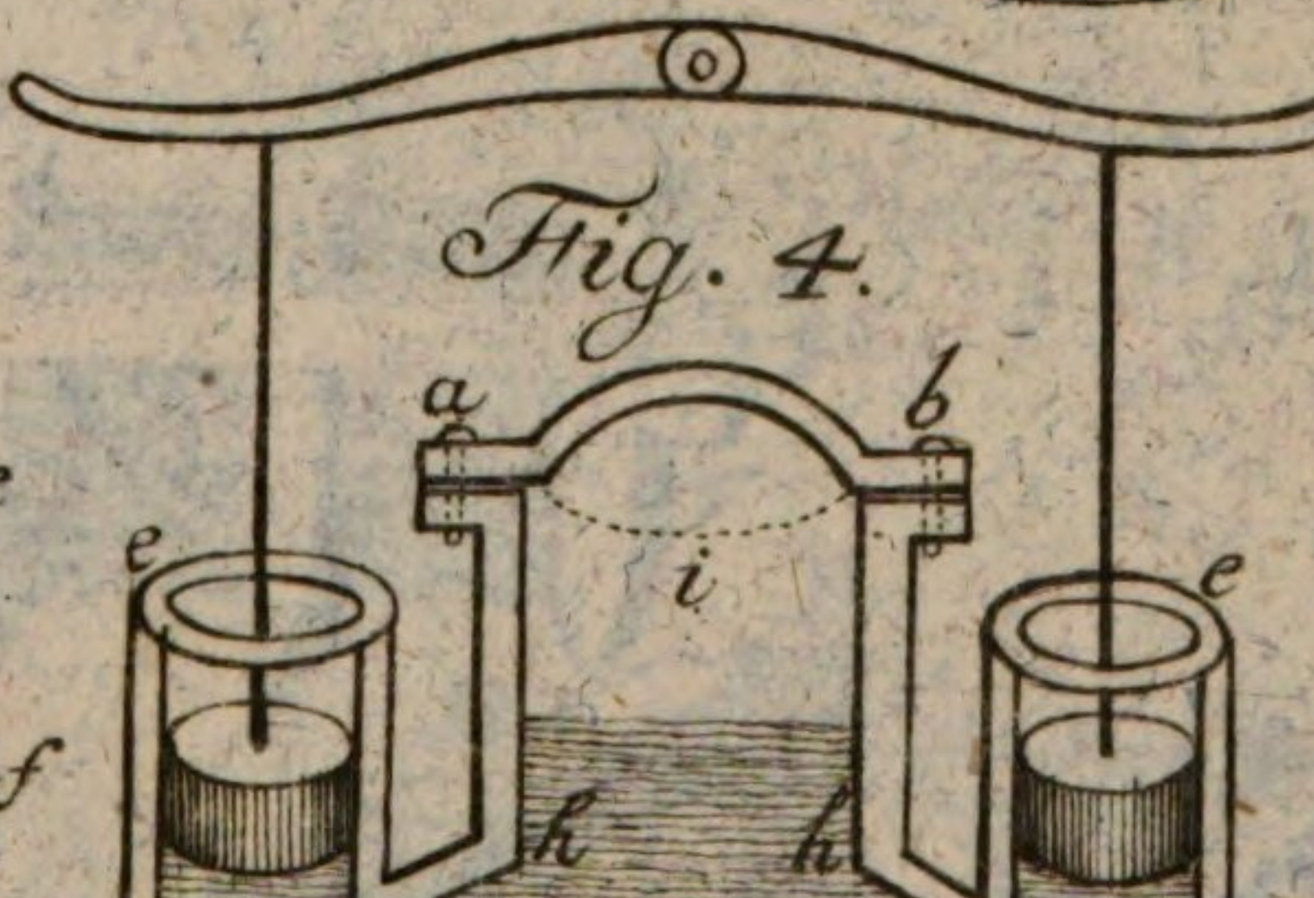


Fig. 4.



Zu Eberh: Beitr.

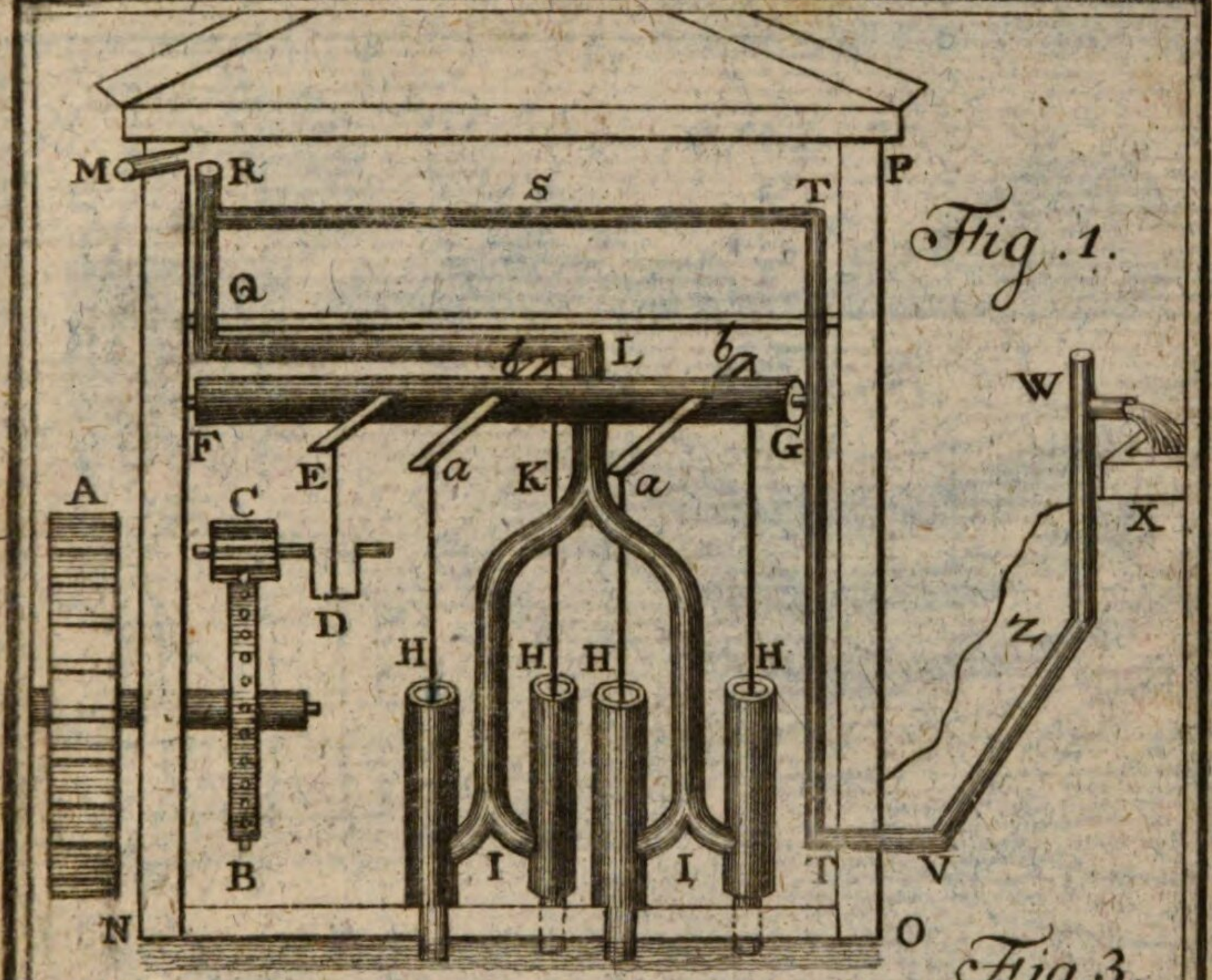


Fig. 1.

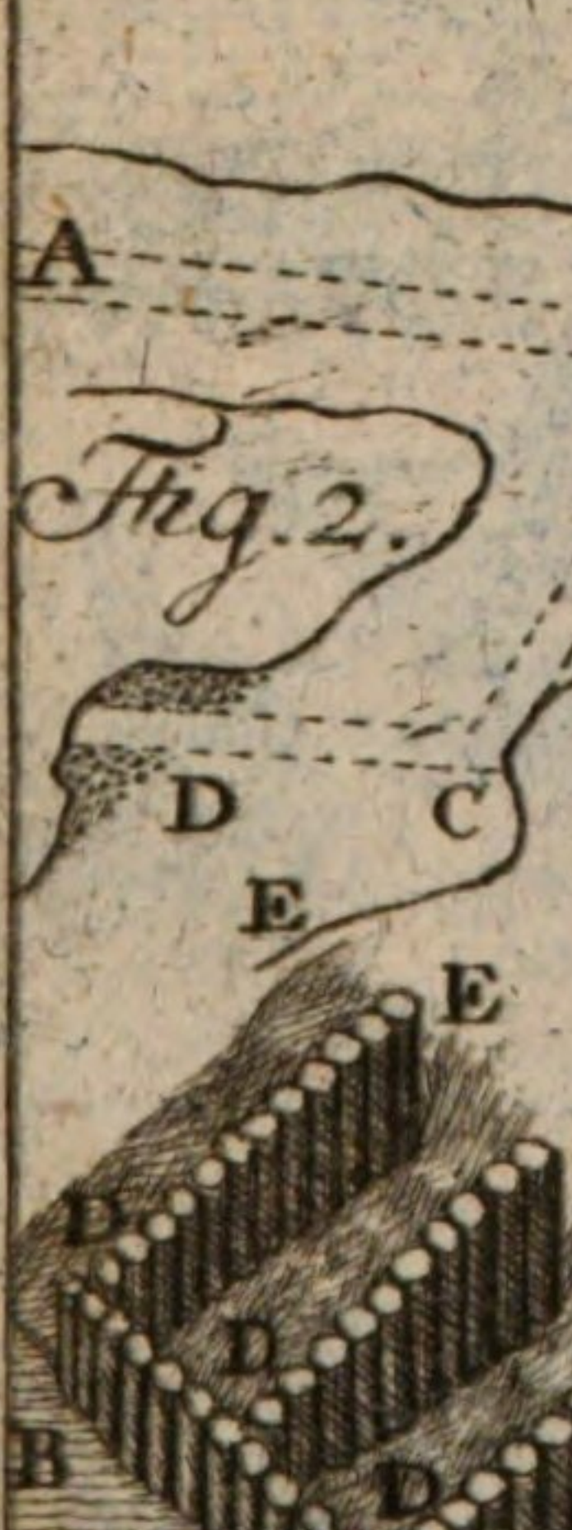


Fig. 2.

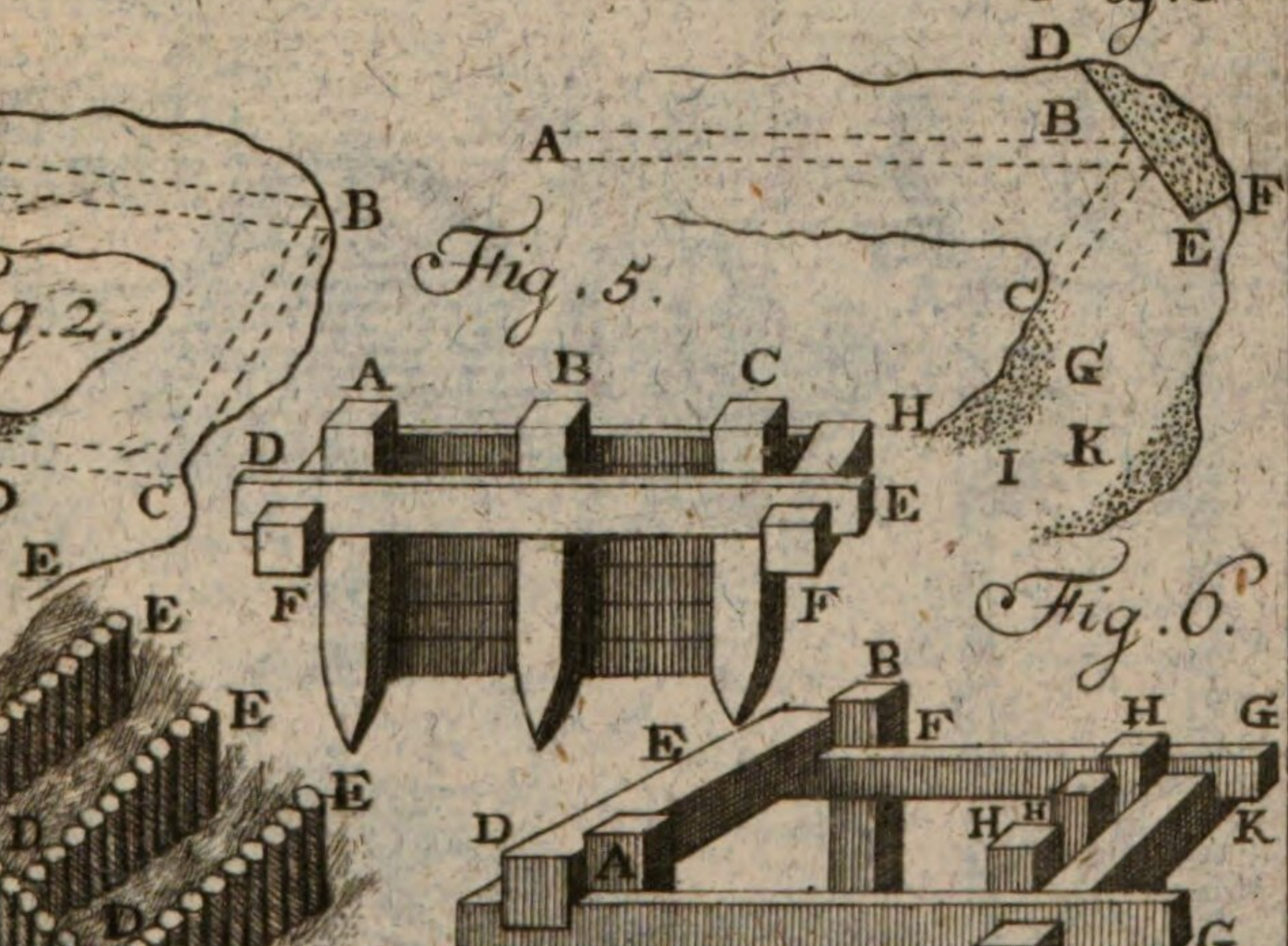


Fig. 5.

Fig. 4.

Fig. 6.

Fig. 3.

Tab. XX.

Fig. 1.

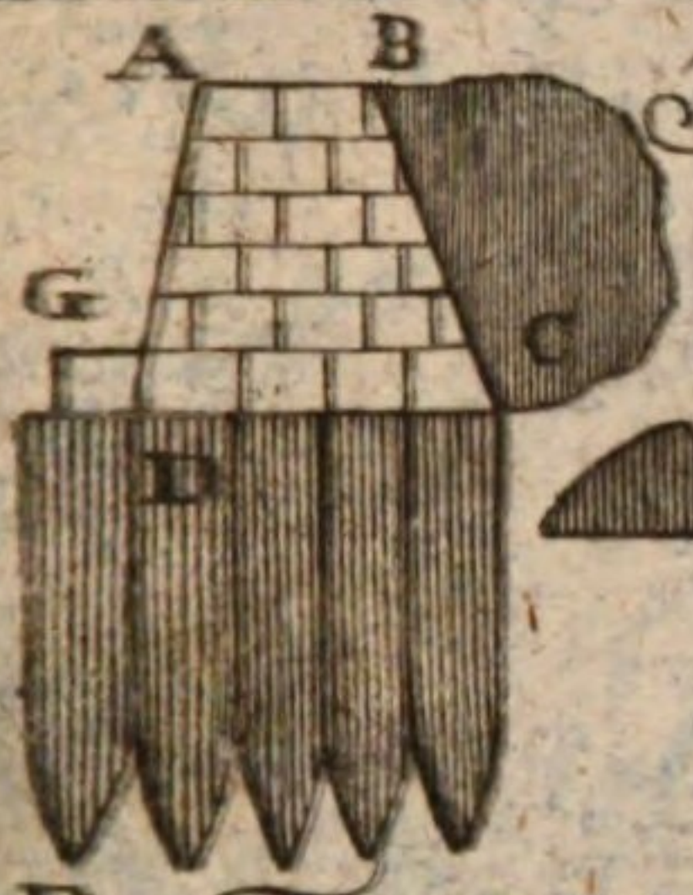


Fig. 3.

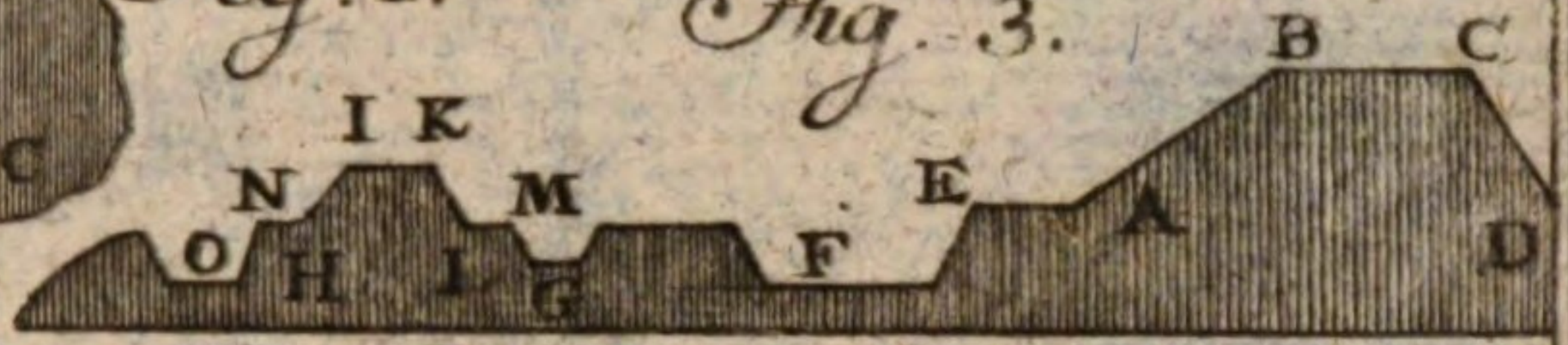


Fig. 4.

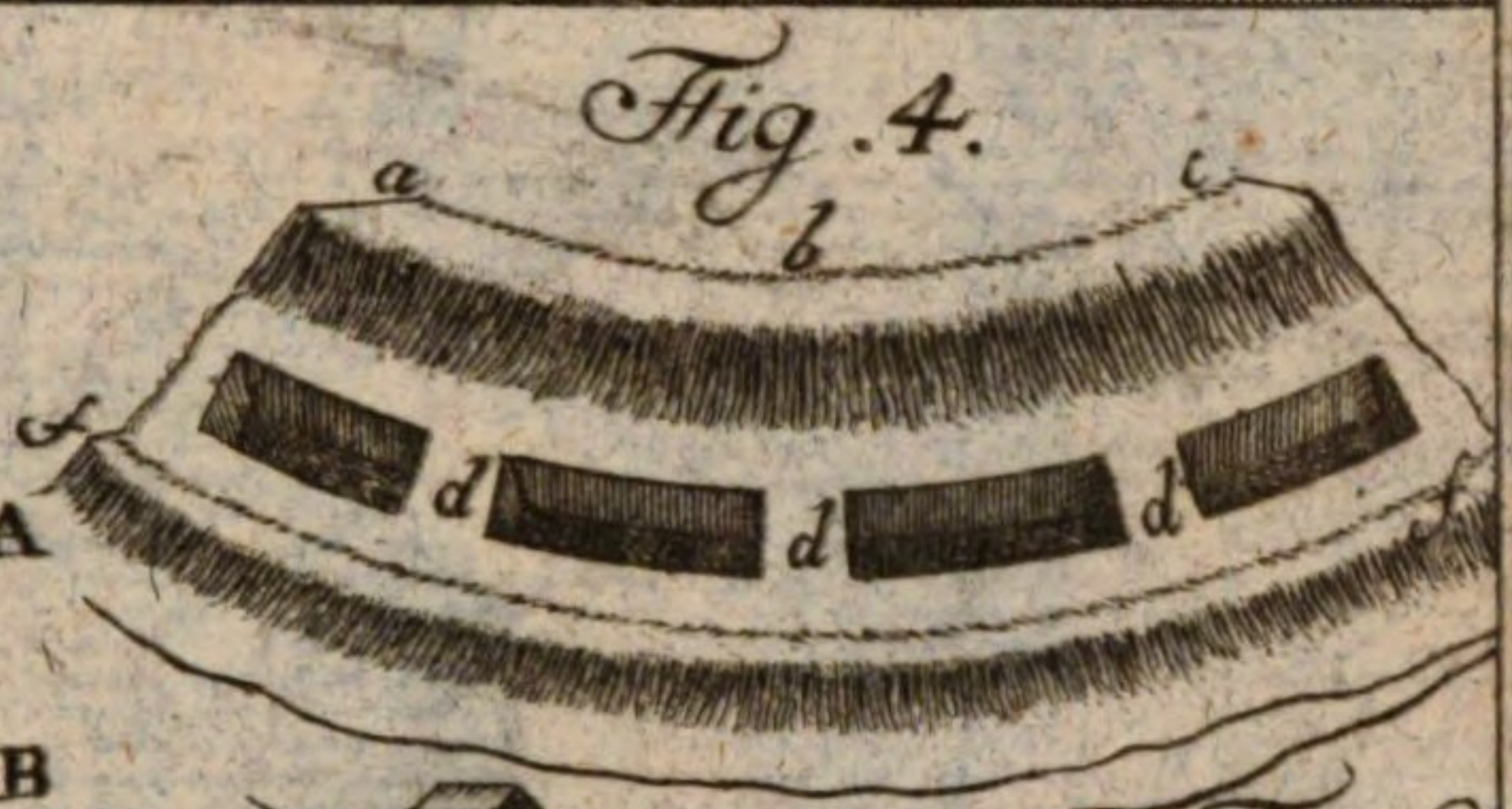


Fig. 2.

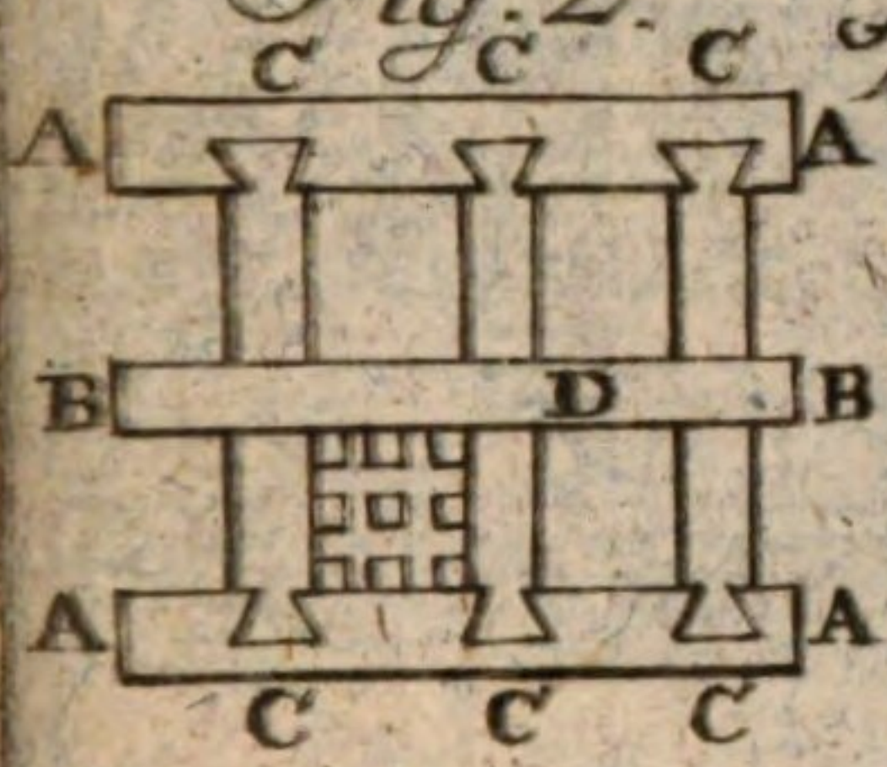


Fig. 6.

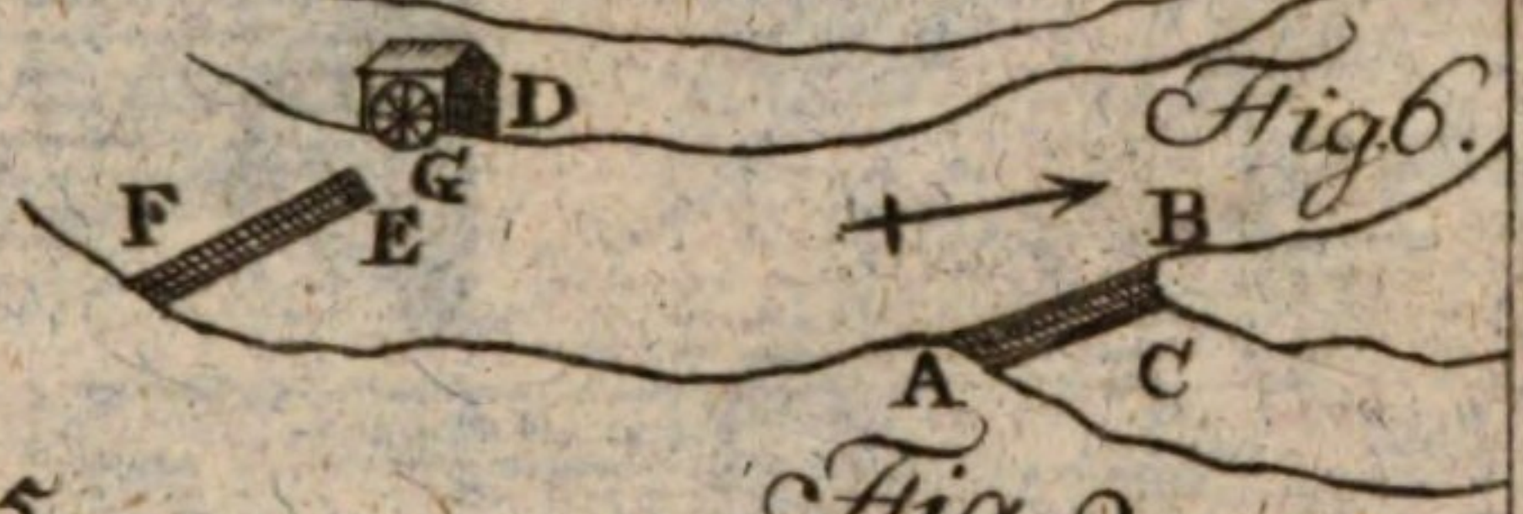


Fig. 5.

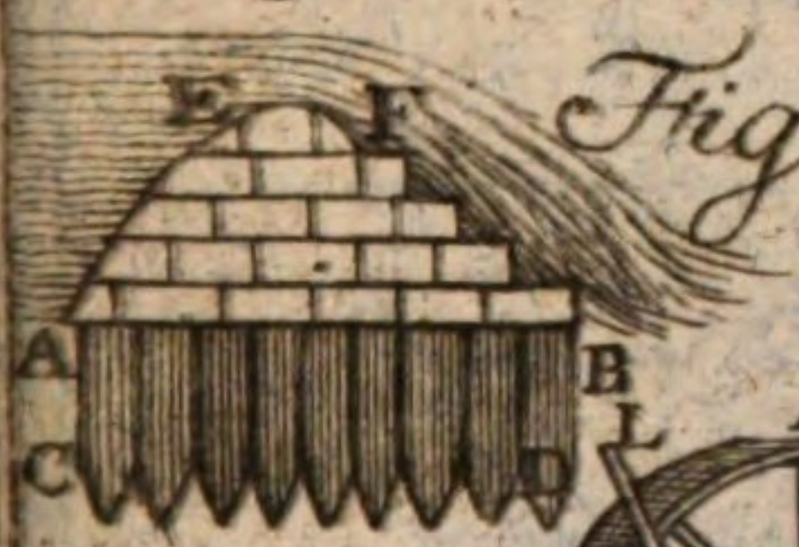


Fig. 7.

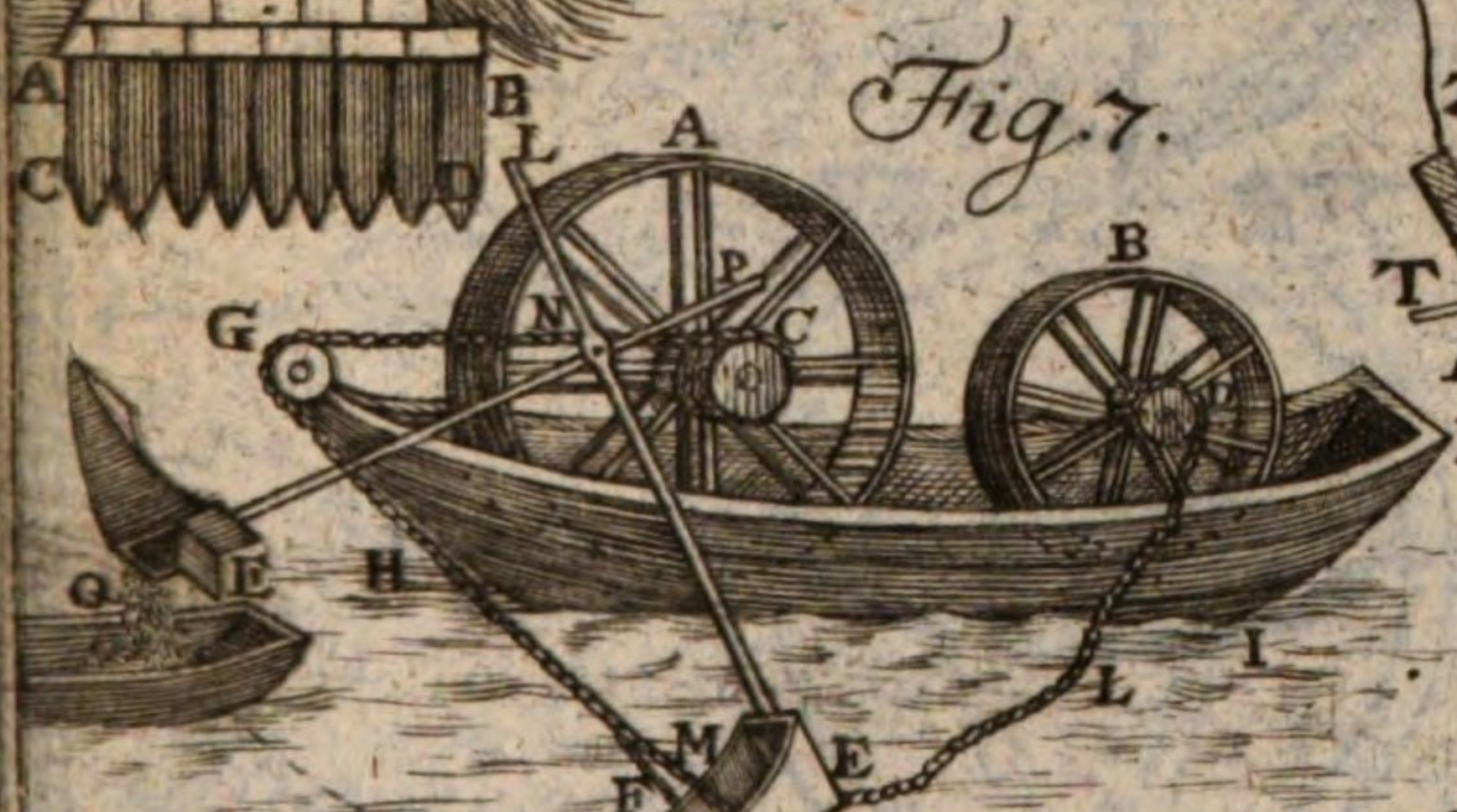


Fig. 9.

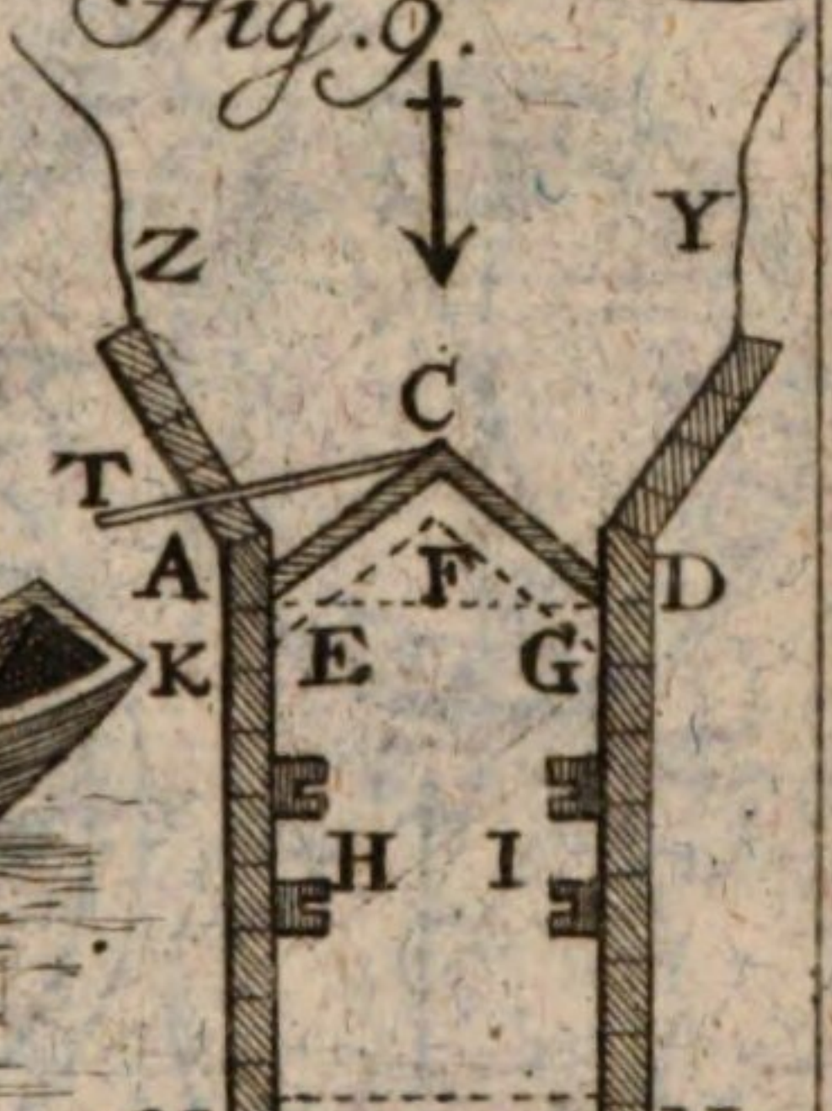
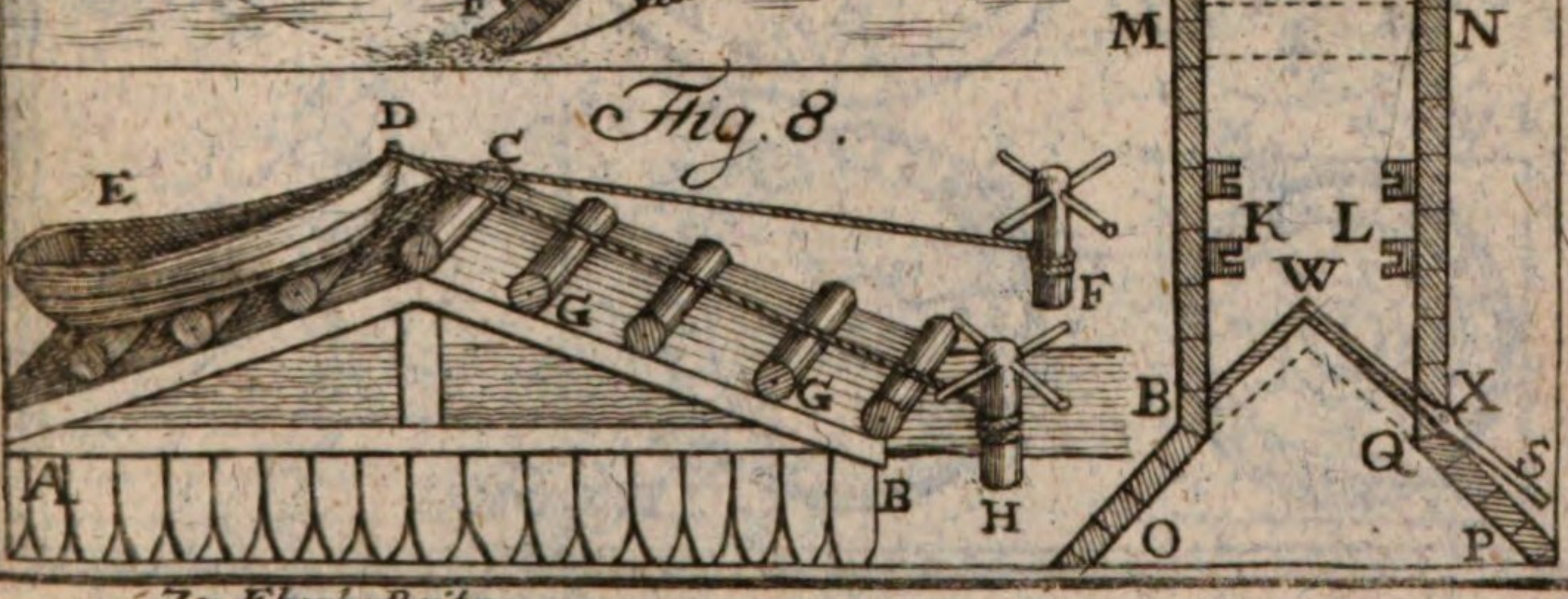
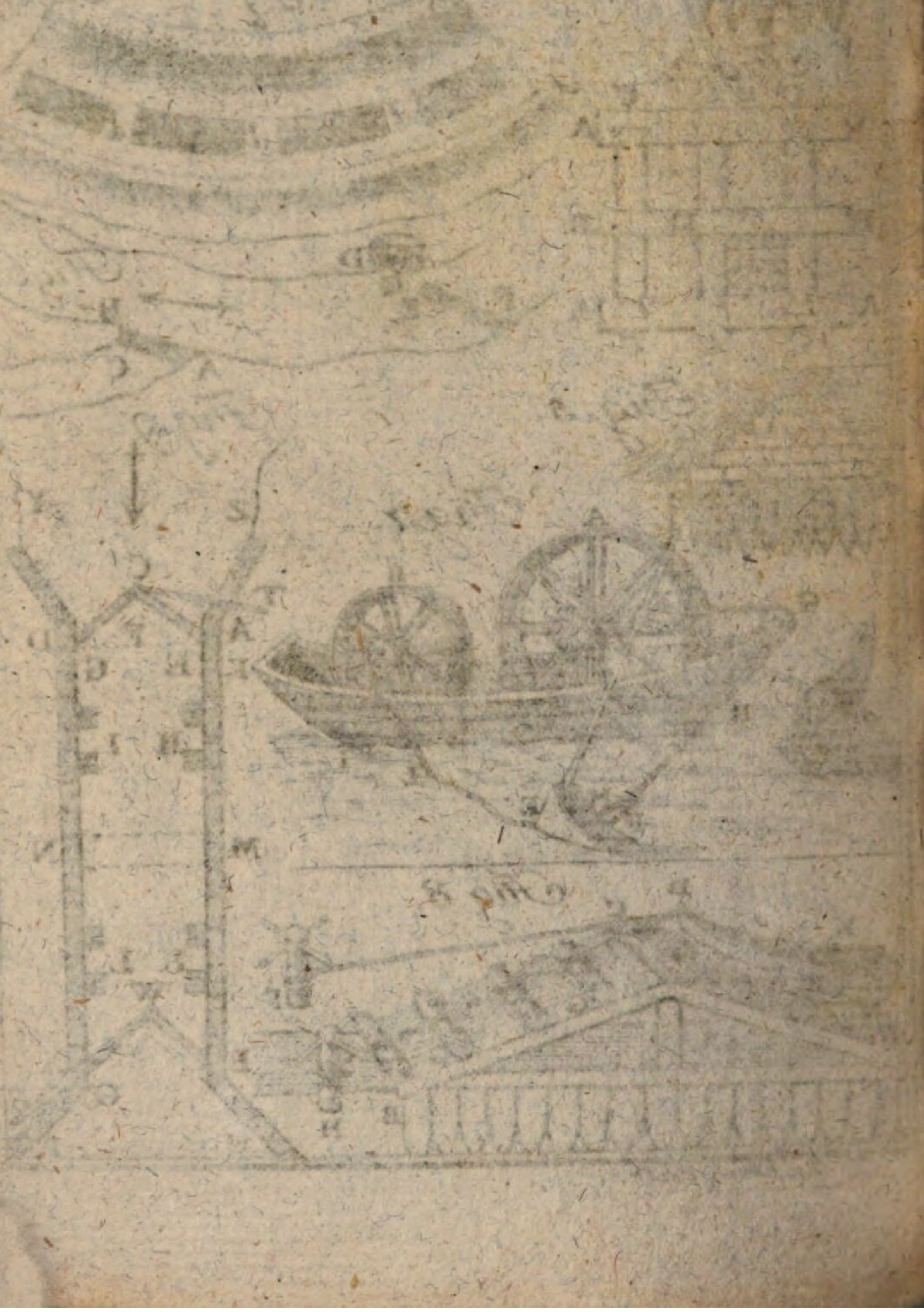


Fig. 8.



Zu Eberh: Beitr.



Tab. XXI.

Fig. 1.

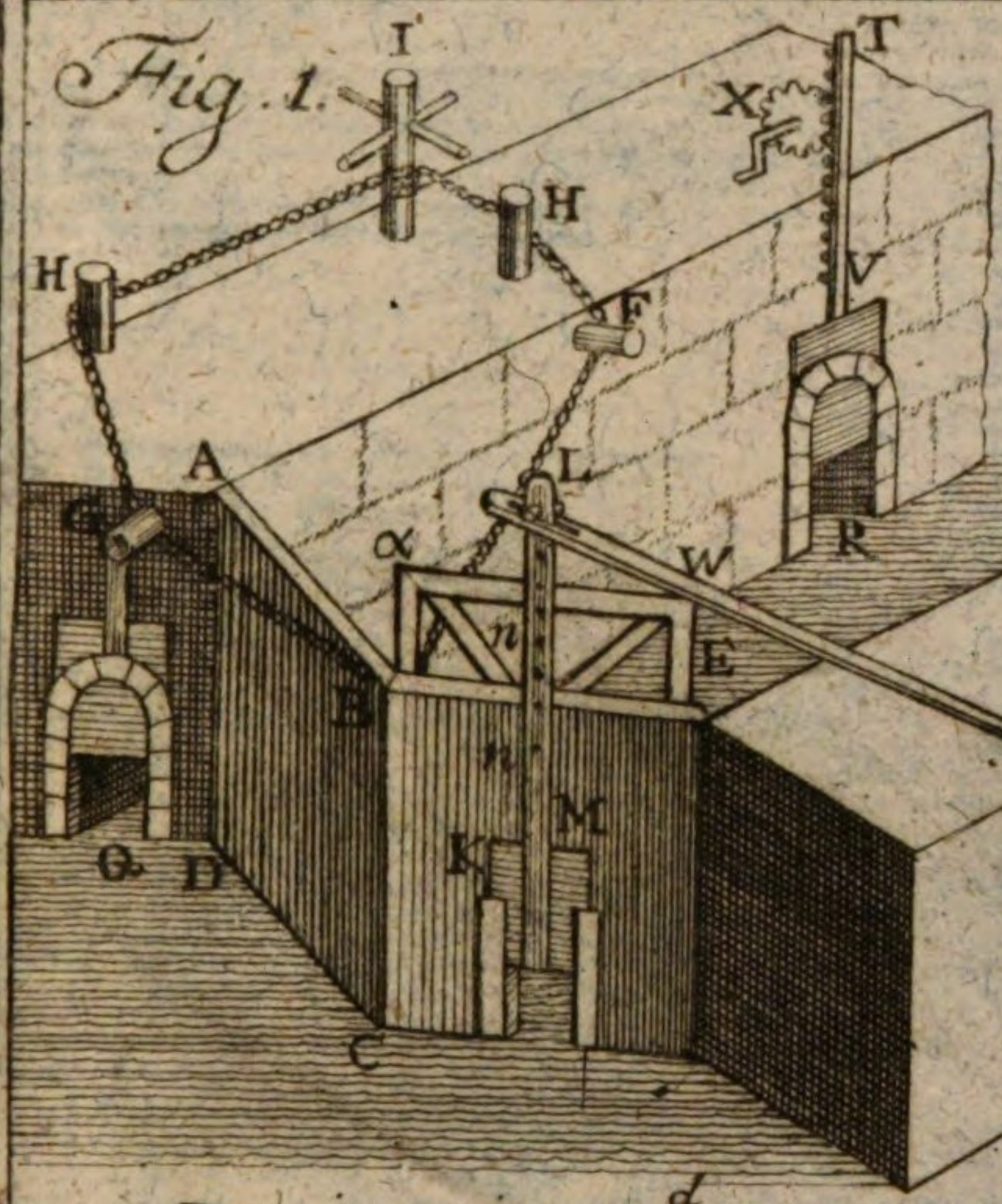


Fig. 2.

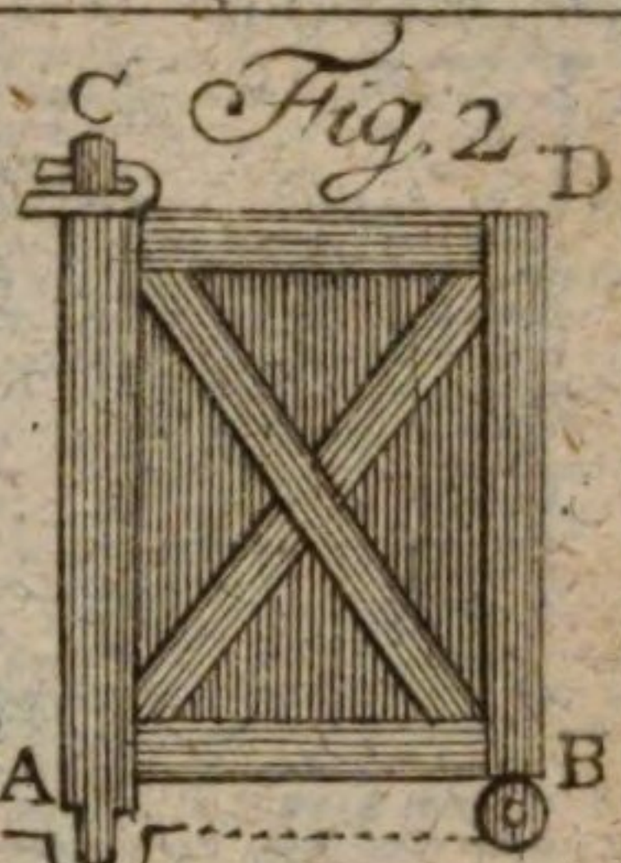


Fig. 3.

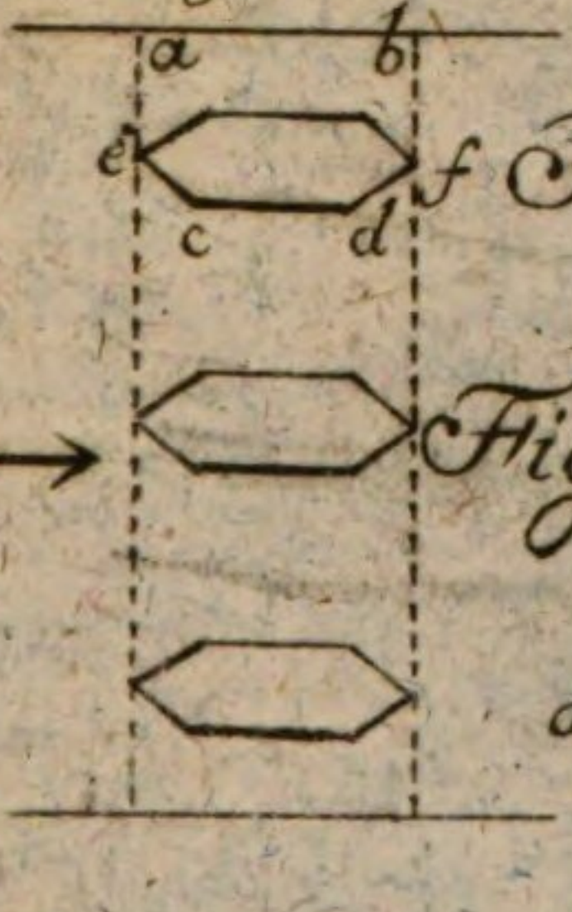


Fig. 4.

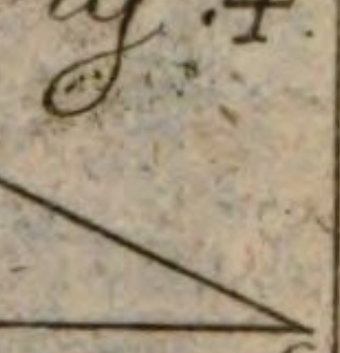


Fig. 5.

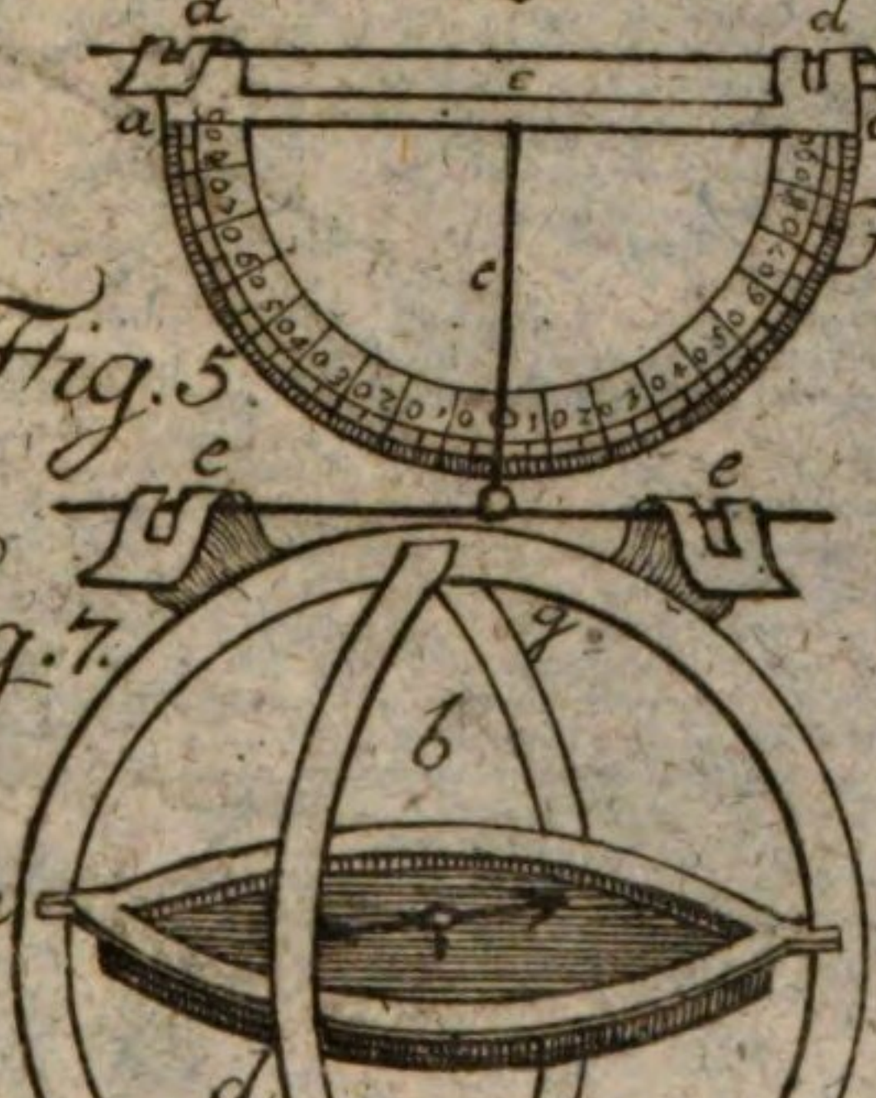


Fig. 6.

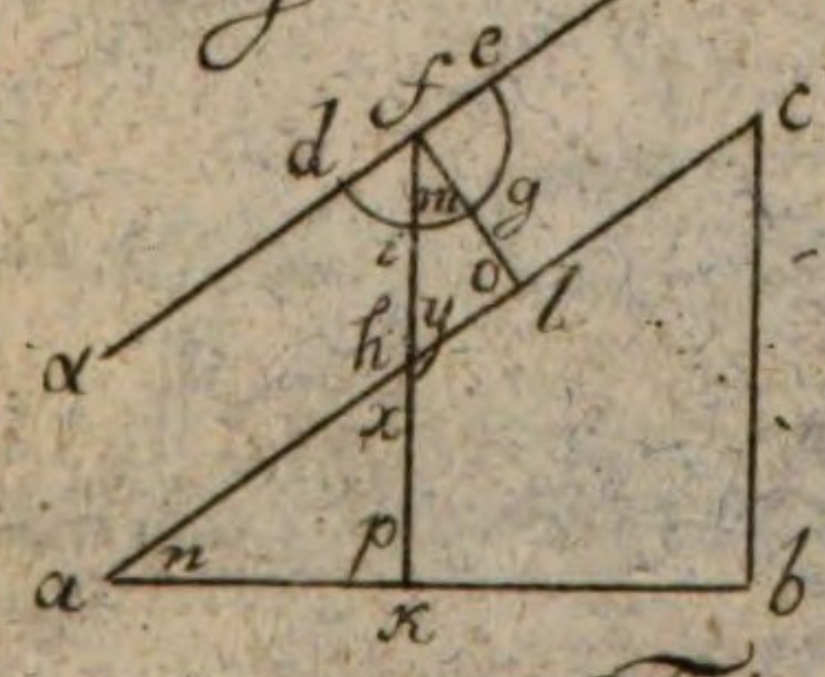


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

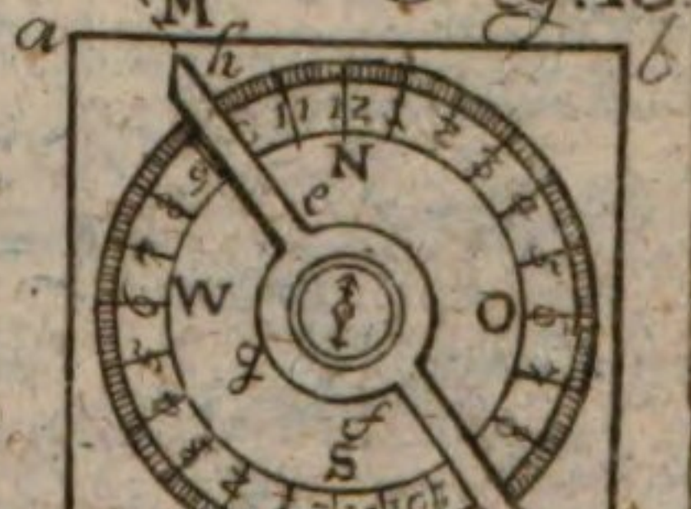


Fig. 11.

Zu Eberh: Beitr.

Fig. 1.

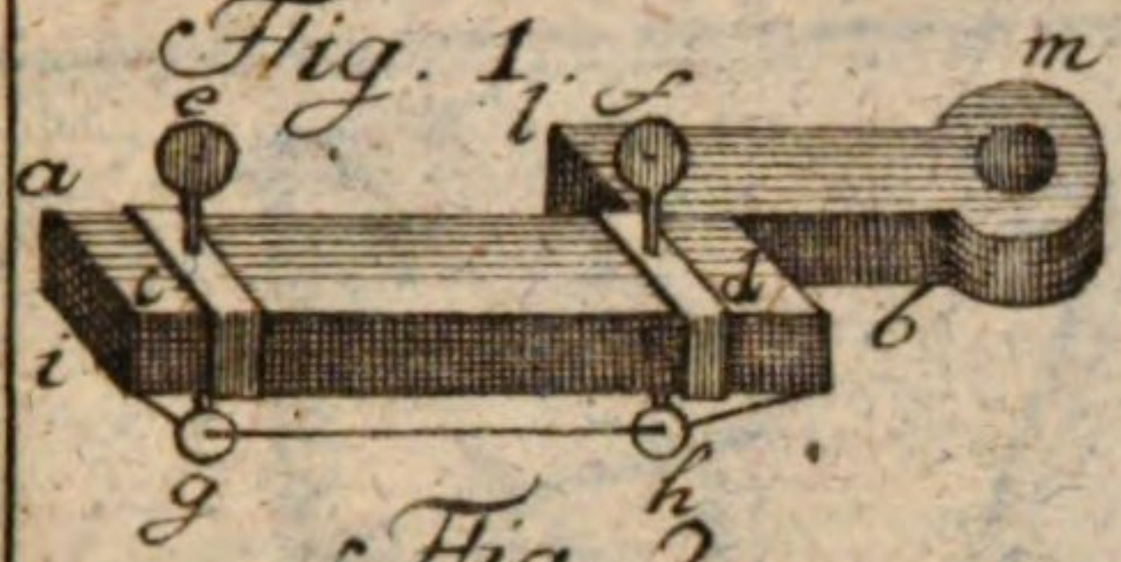


Fig. 2.

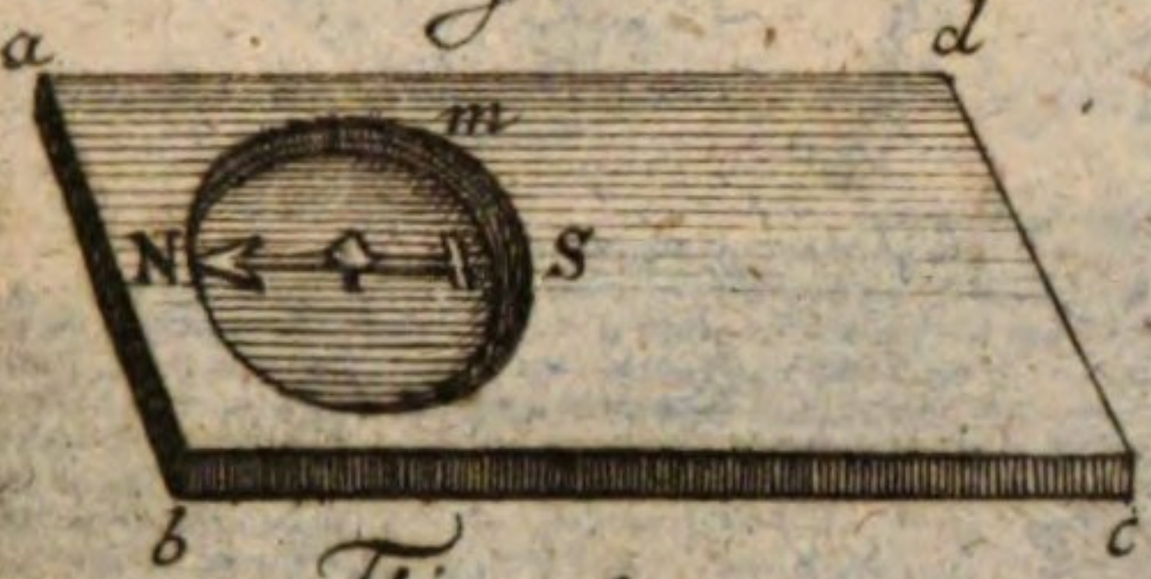


Fig. 4.

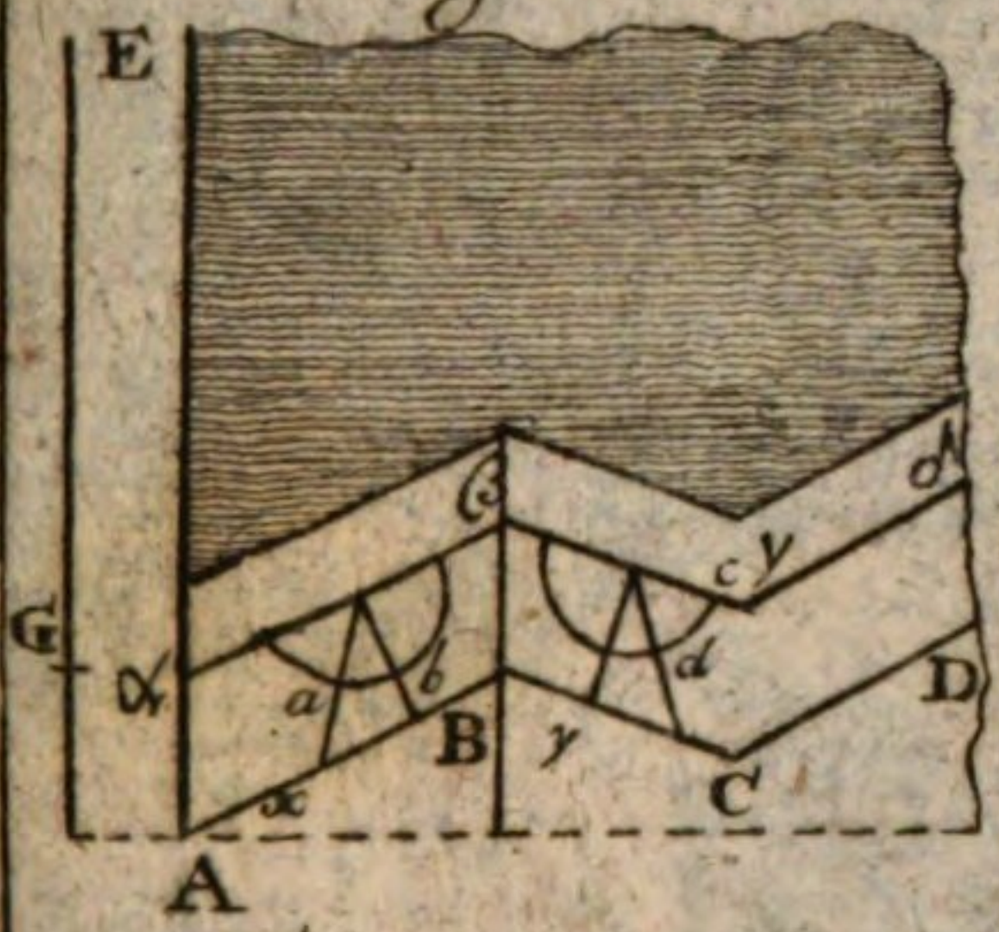


Fig. 5.

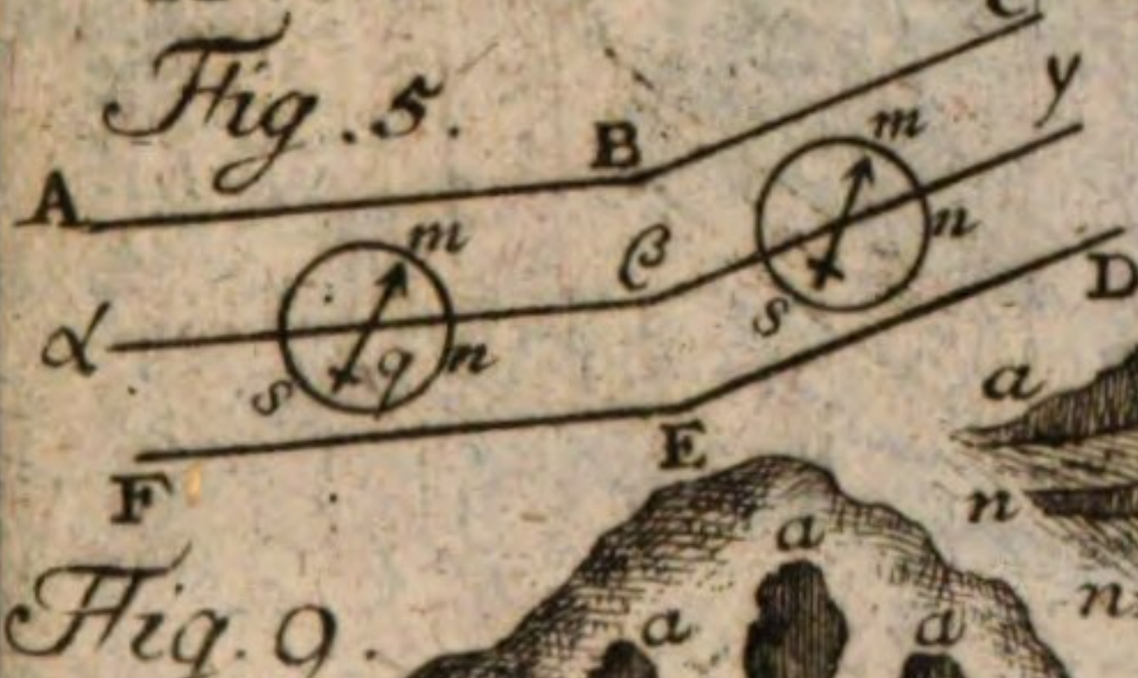


Fig. 9.

Fig. 6.

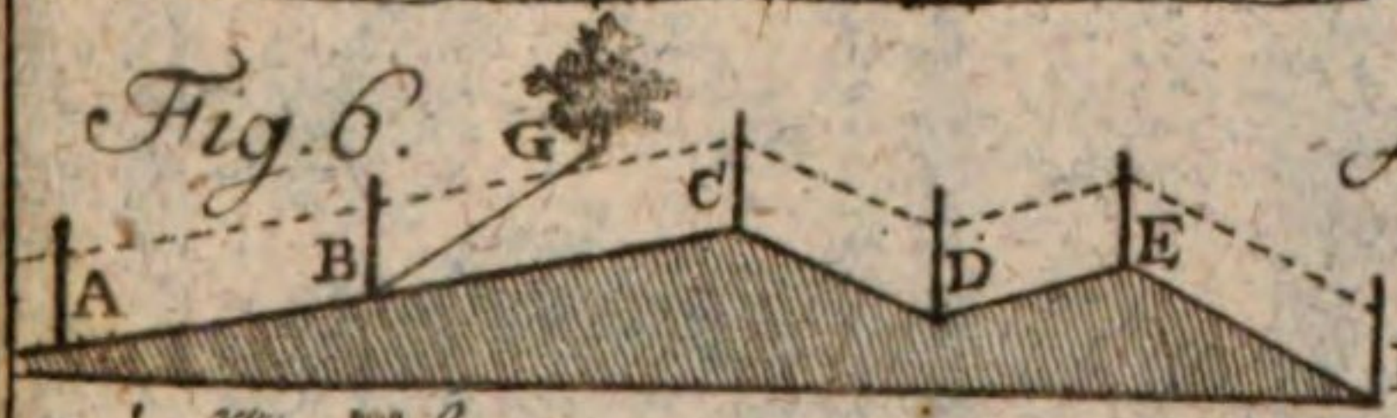


Fig. 11.

n. 1. Fig. 3 n. 2.

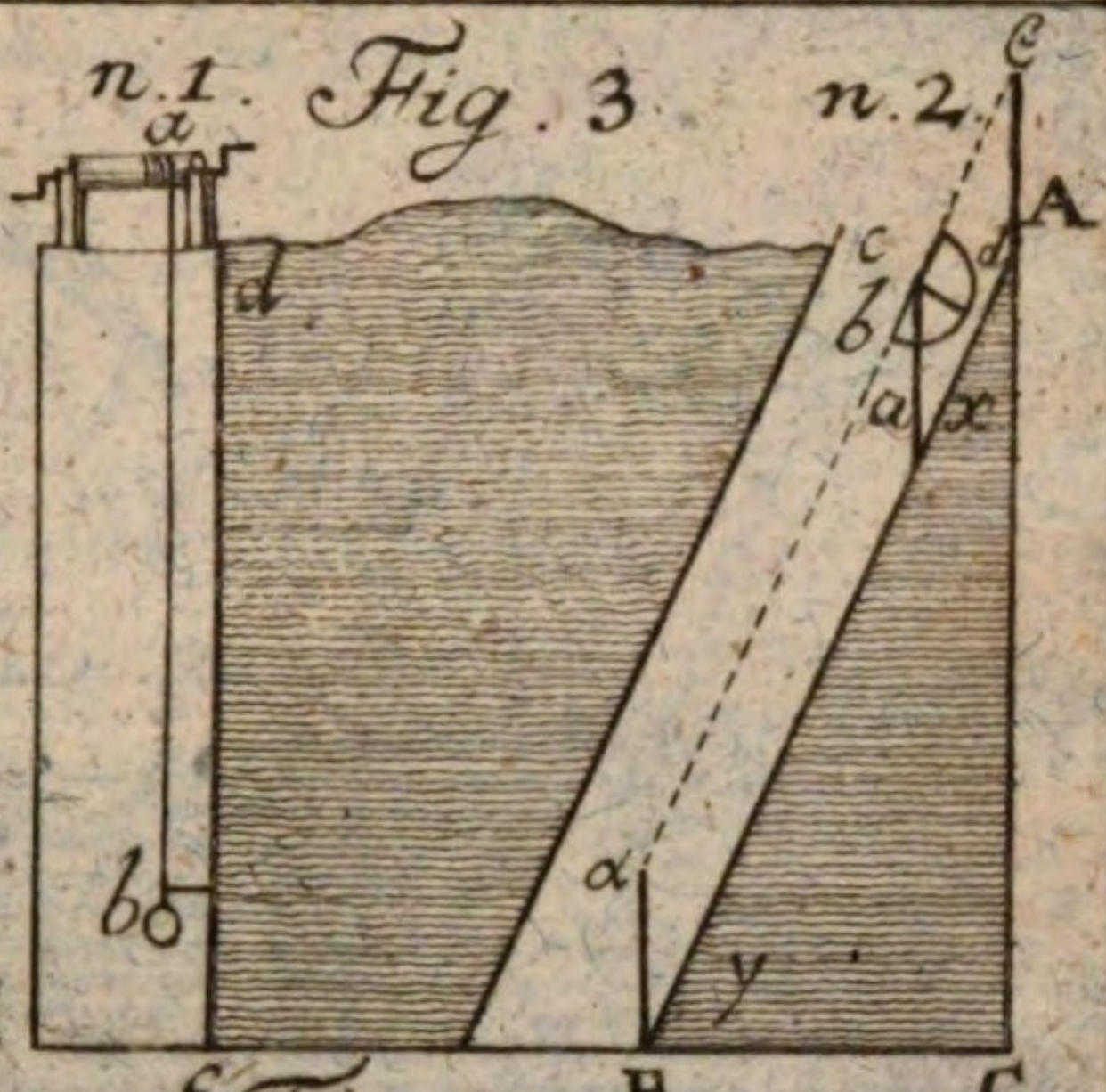


Fig. 7.

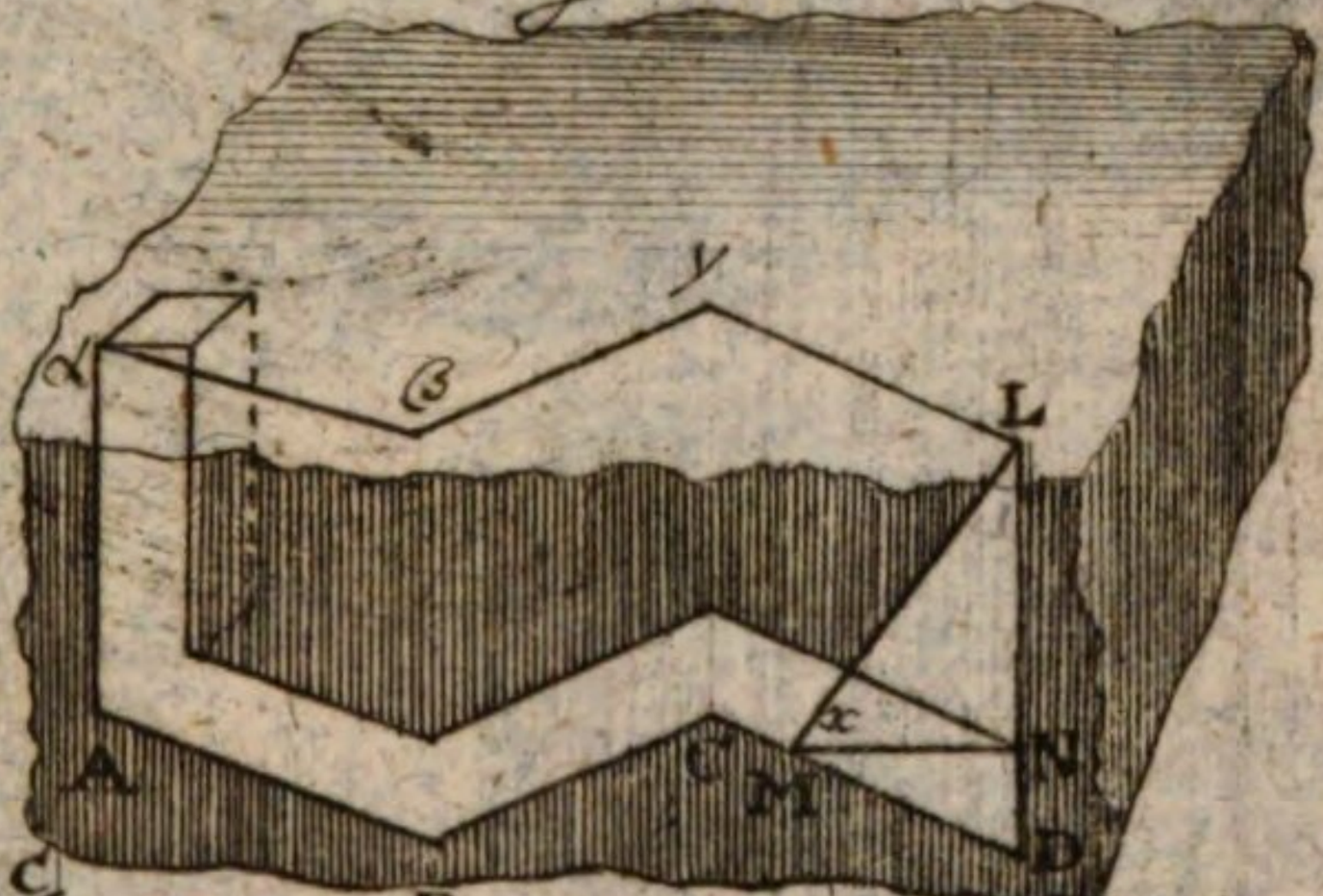


Fig. 8.

Fig. 10.

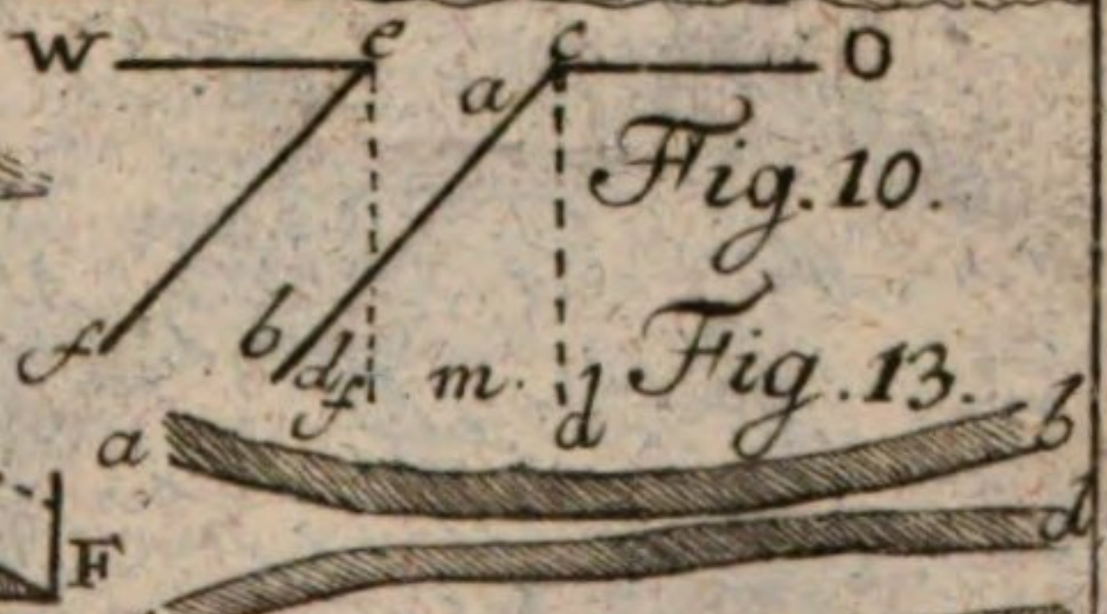
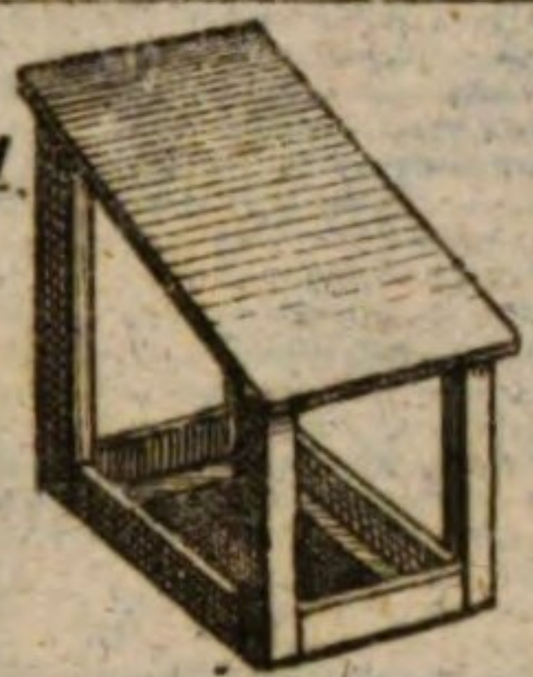


Fig. 13.

Fig. 12.

Fig. 1.



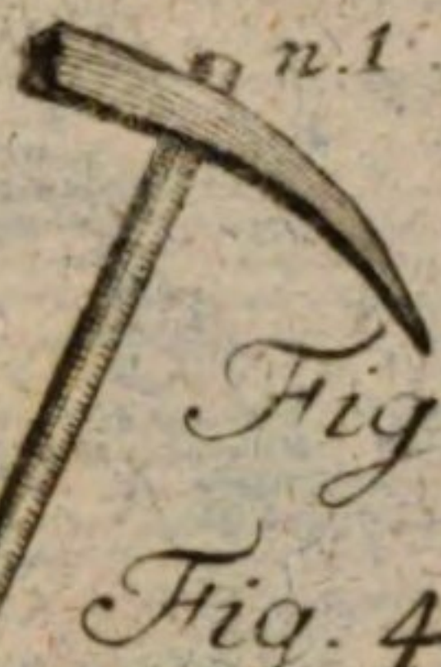


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 6.

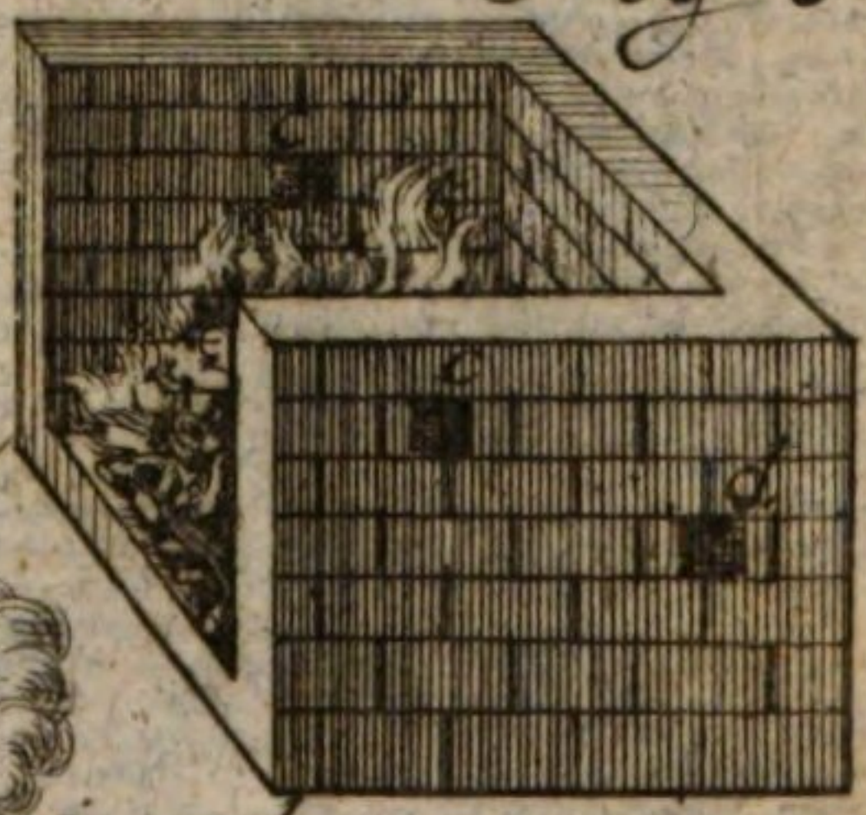


Fig. 5.

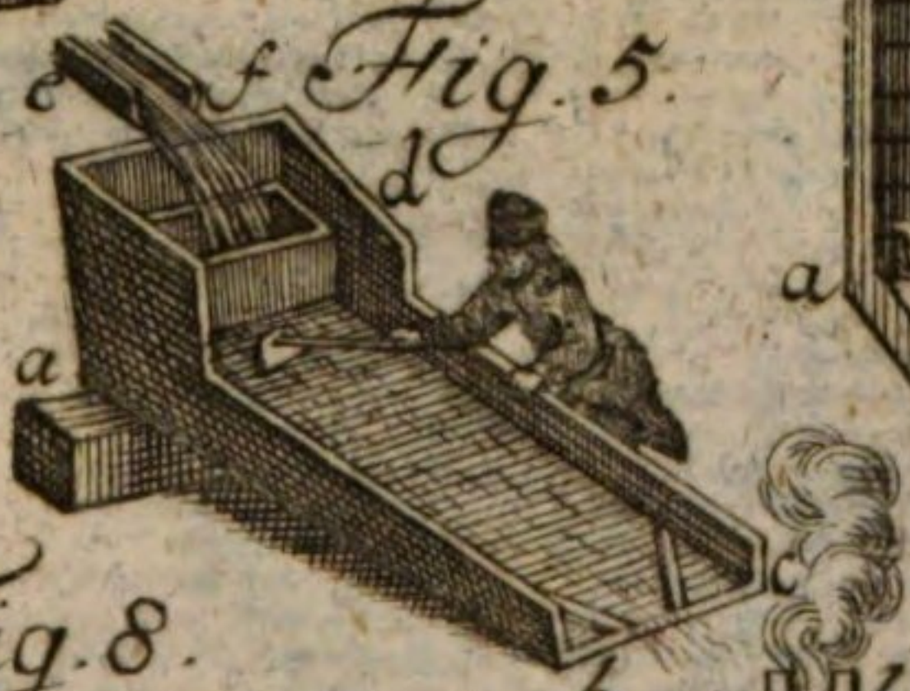


Fig. 2.

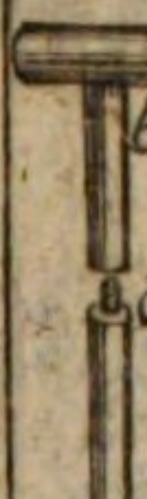


Fig. 8.

Fig. 7.

Zu Eberh: Beitr:

Fig. 1.

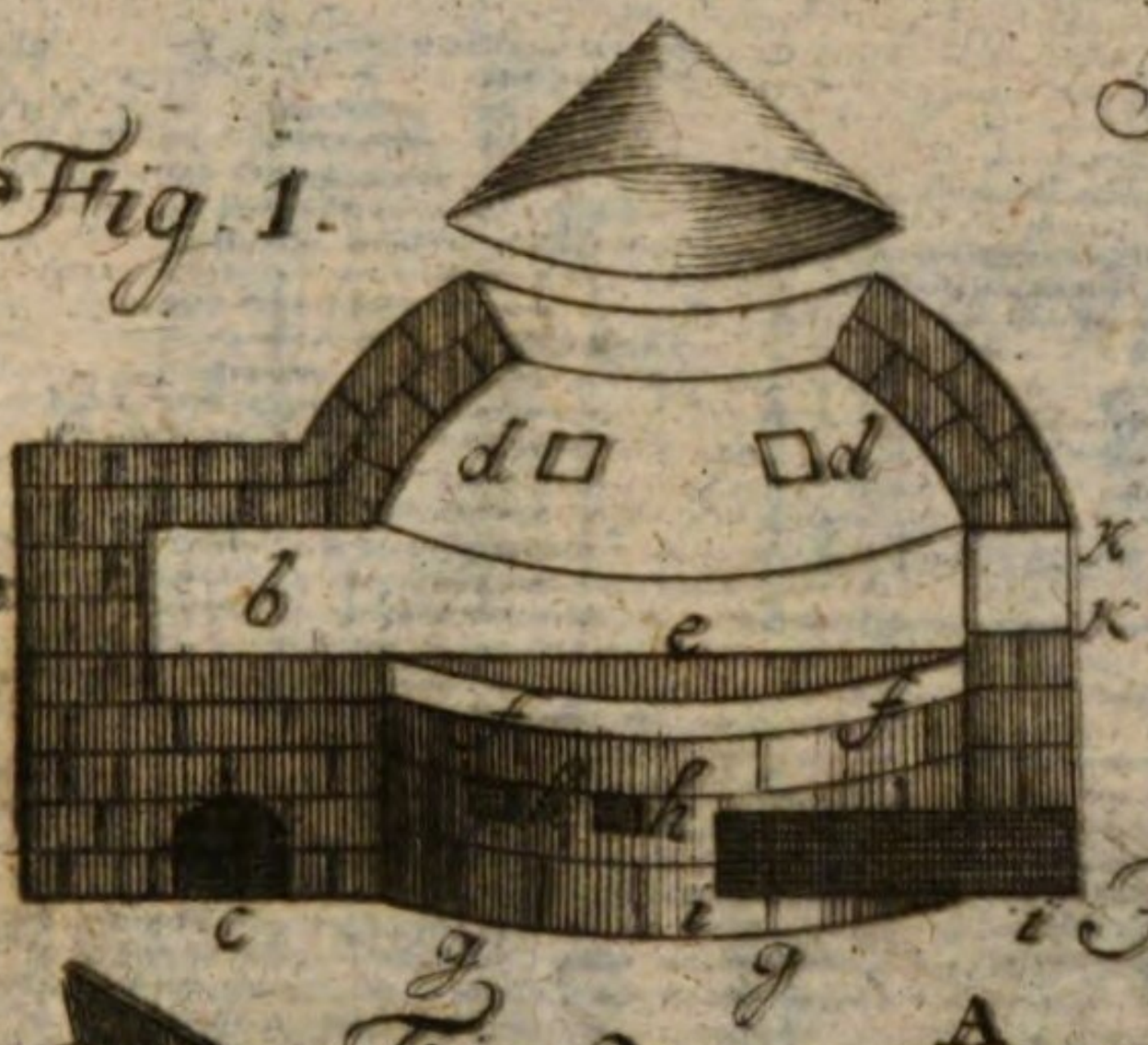


Fig. 2.

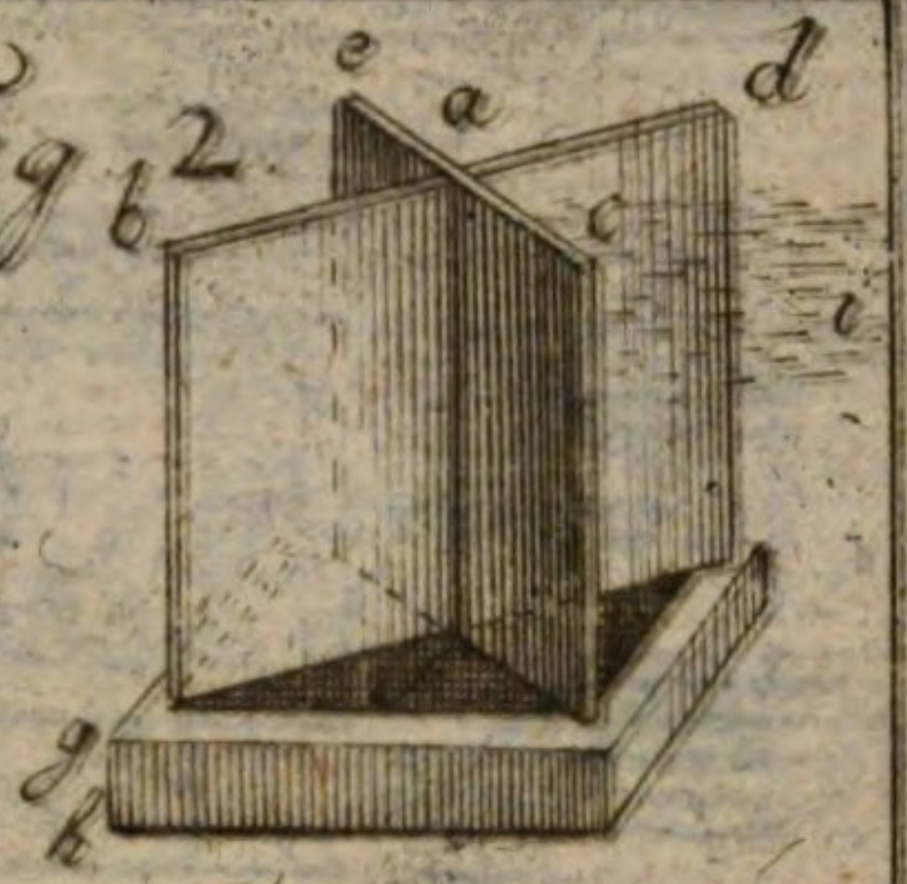


Fig. 3.

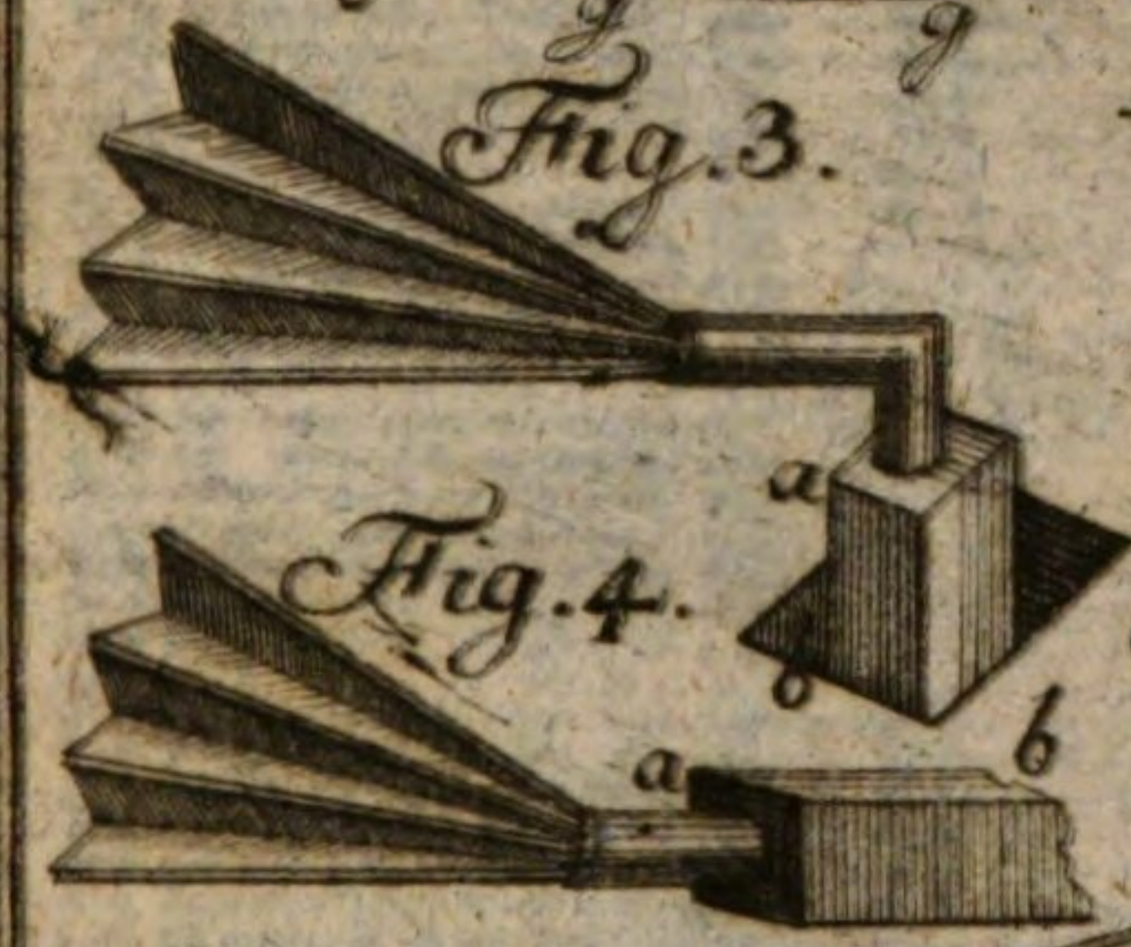


Fig. 5.

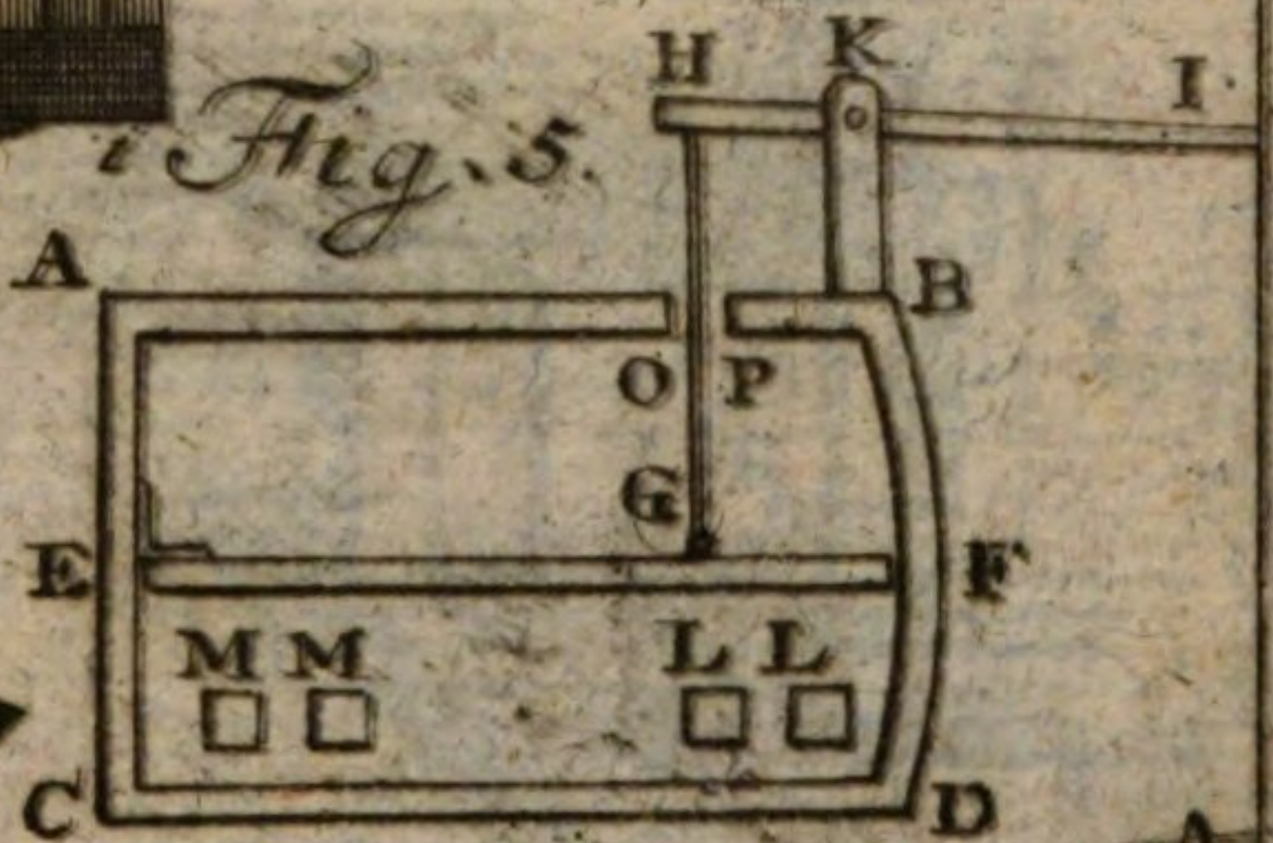
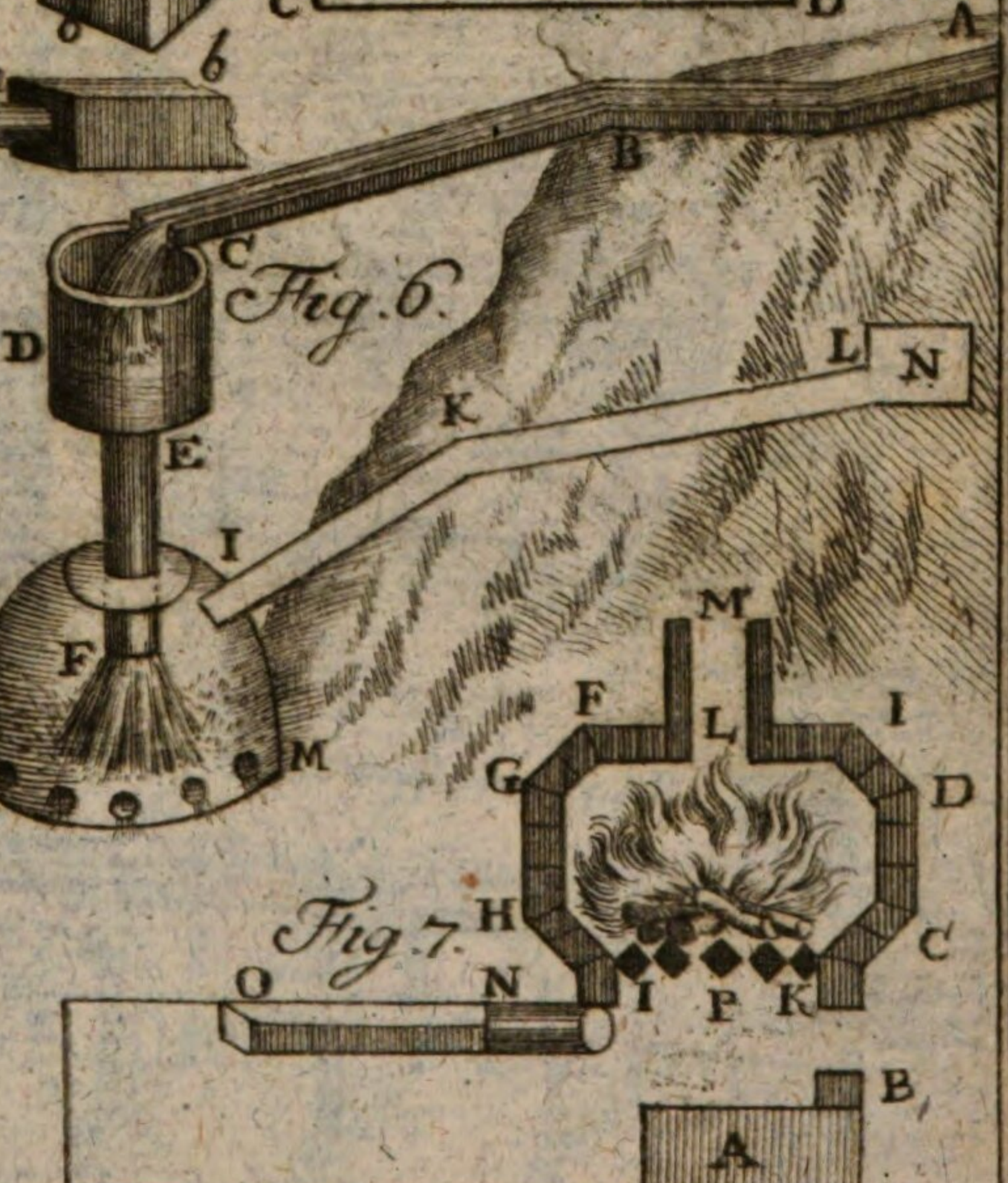
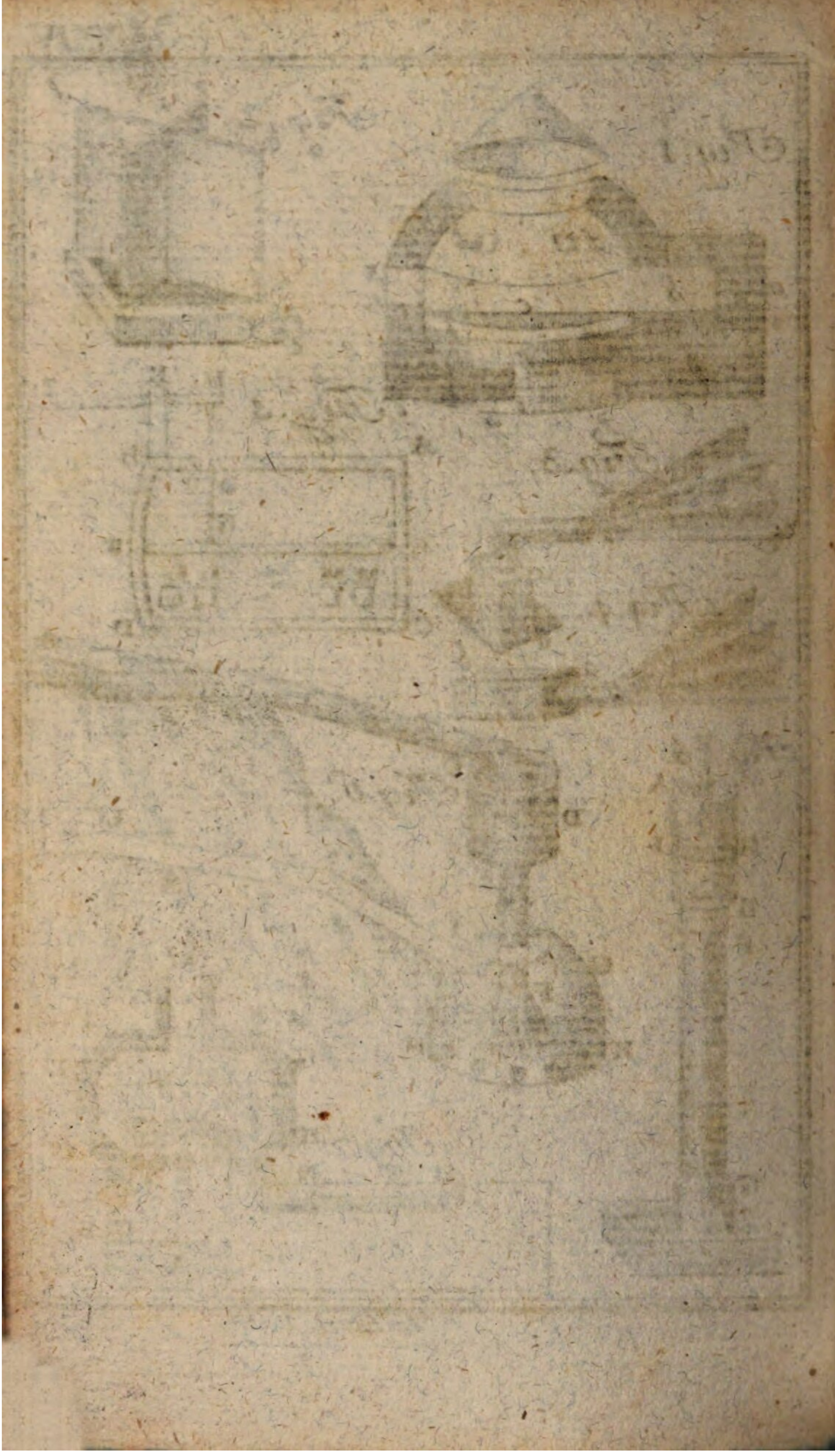


Fig. 8.

Fig. 6.



Zu Eberh: Beitr:



Tab. XXV.

Fig. 1.

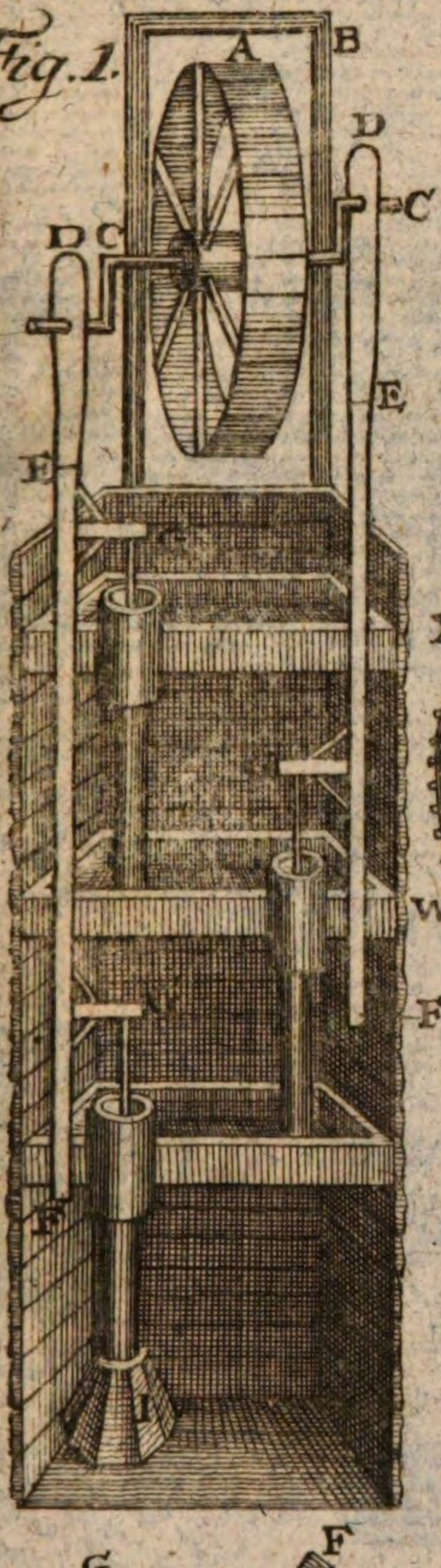


Fig. 3.

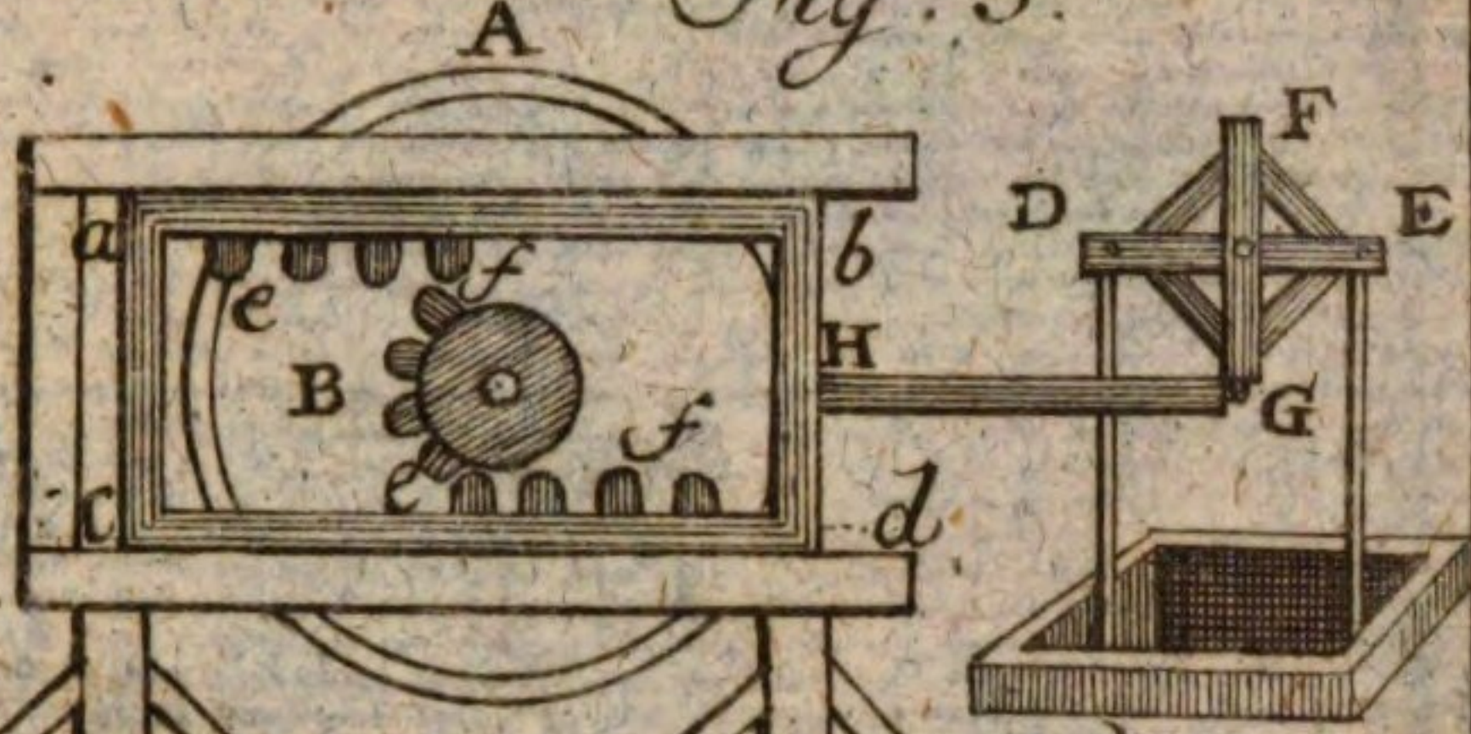
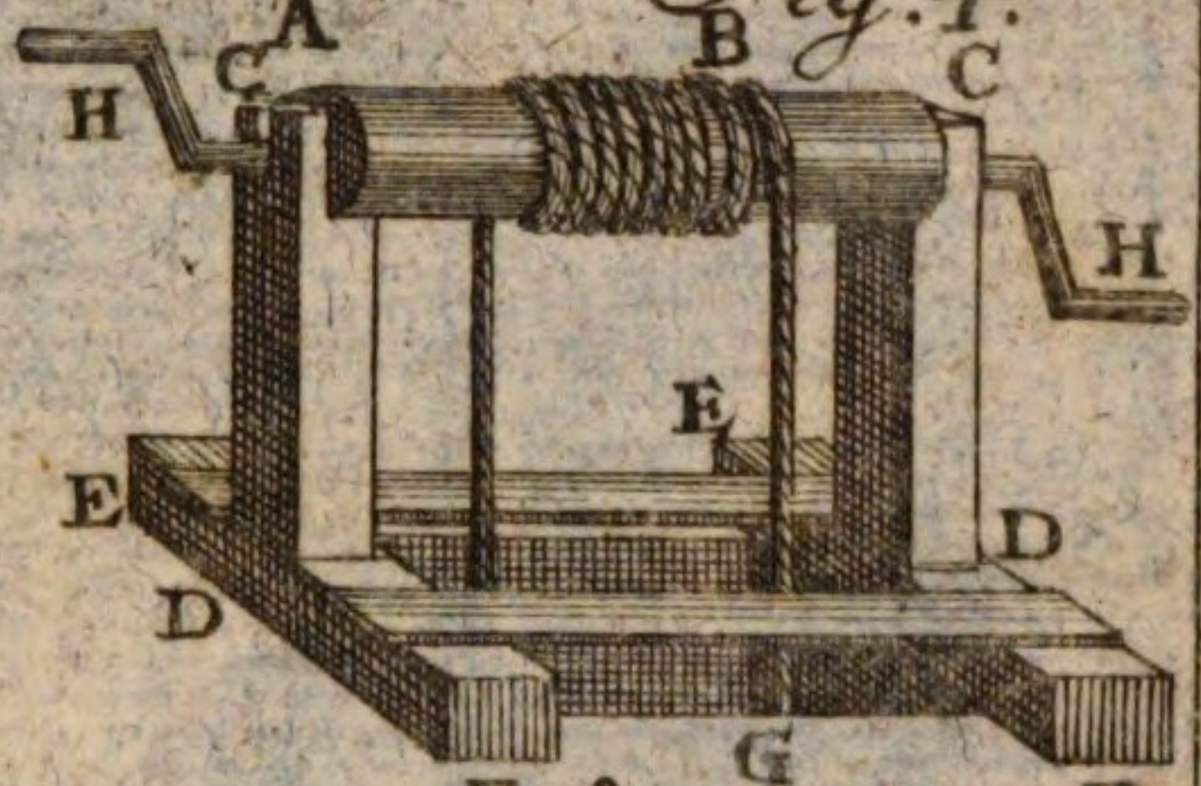


Fig. 4.



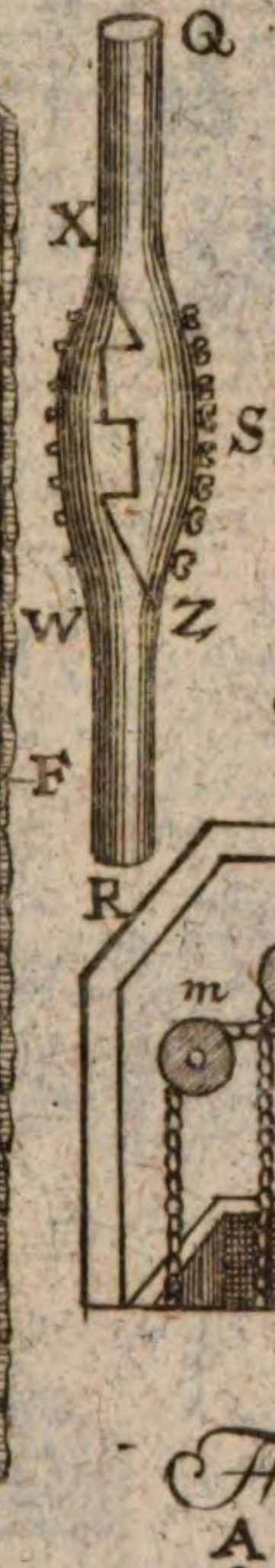


Fig. 5.

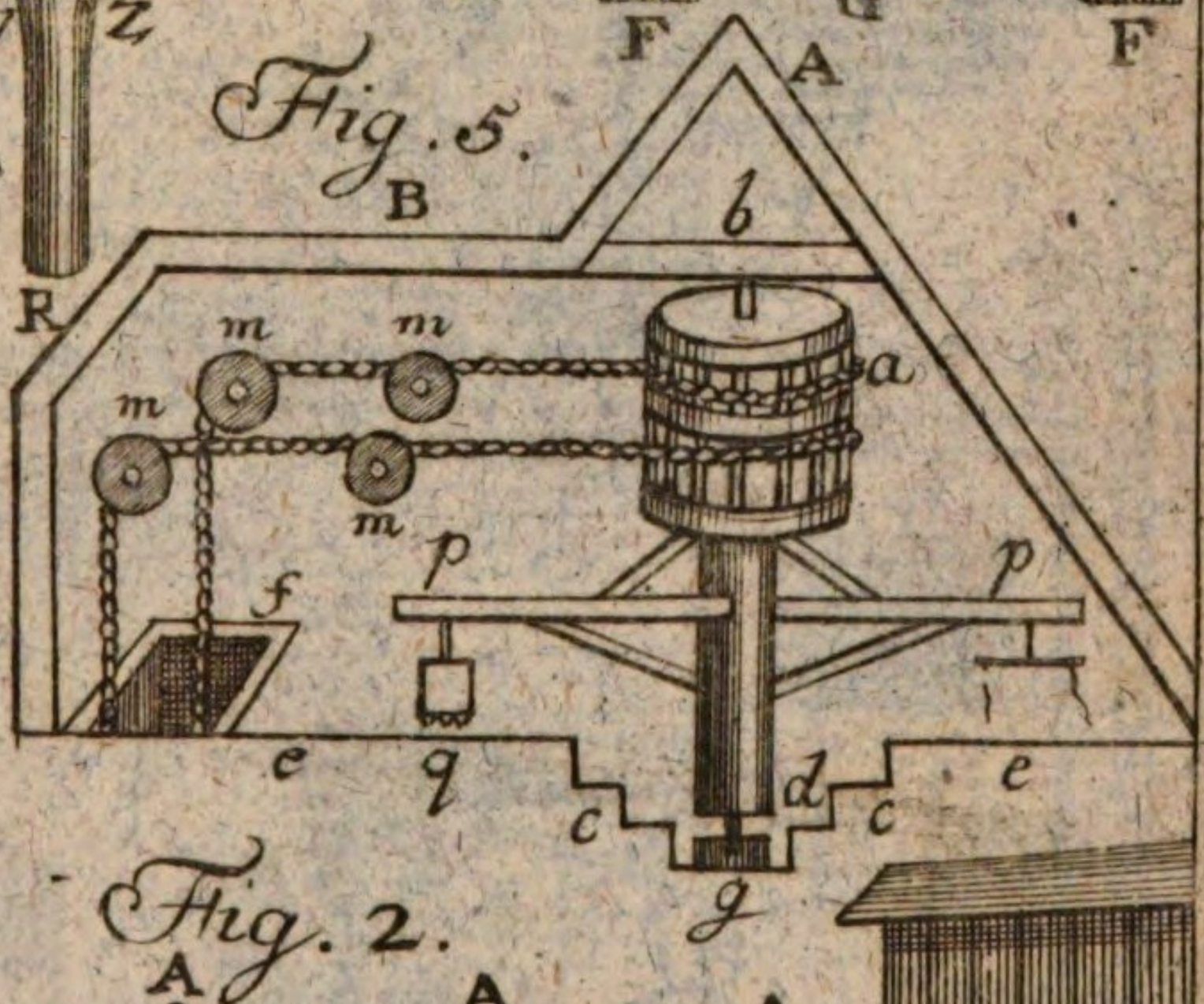
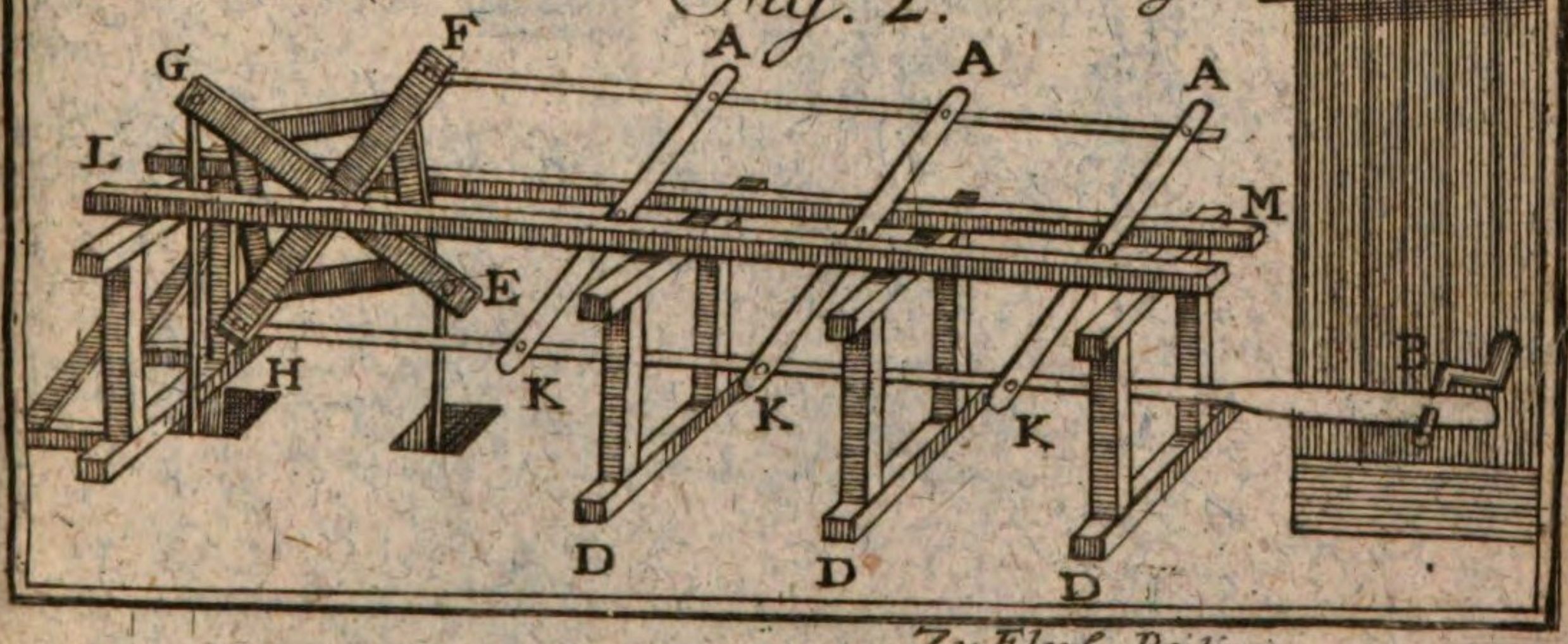


Fig. 2.



Zu Eberk: Beitr:

Tab. XXVI.

Fig. 1.

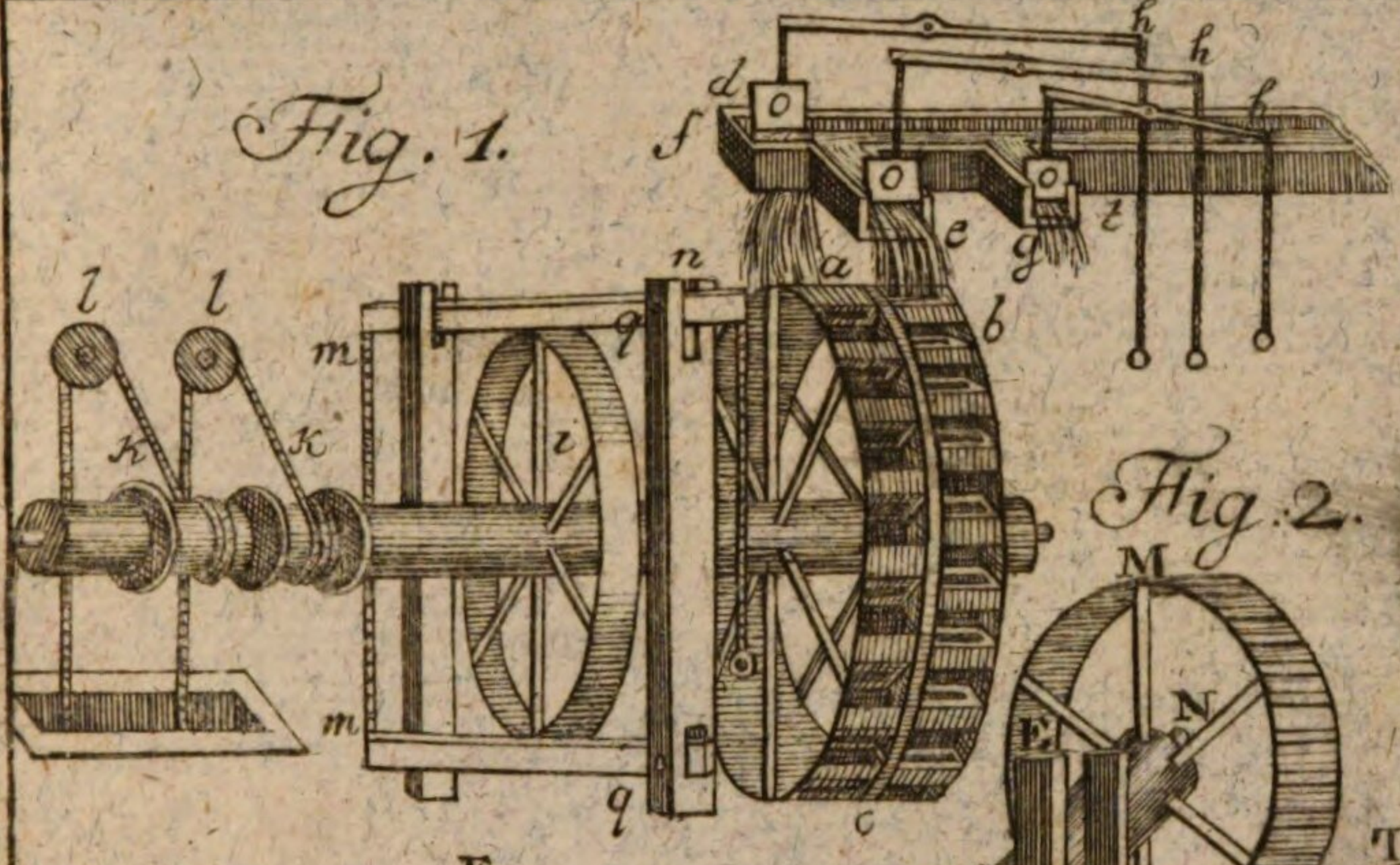


Fig. 2.

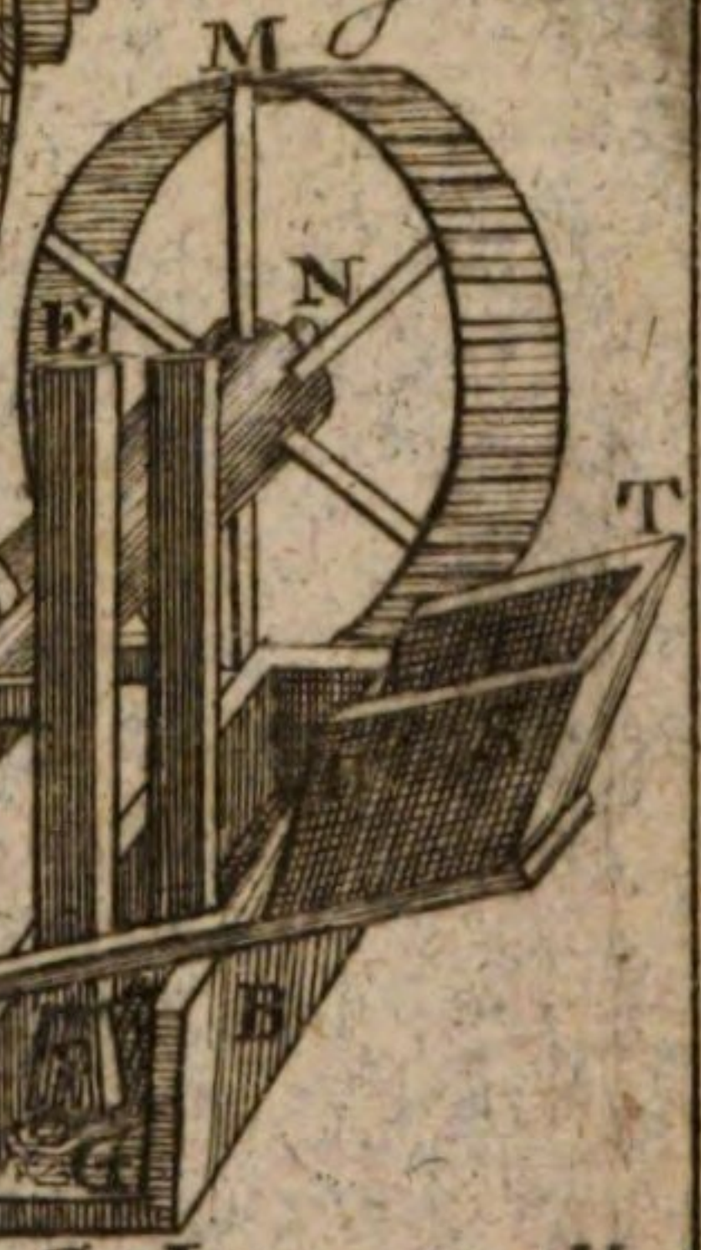


Fig. 3.

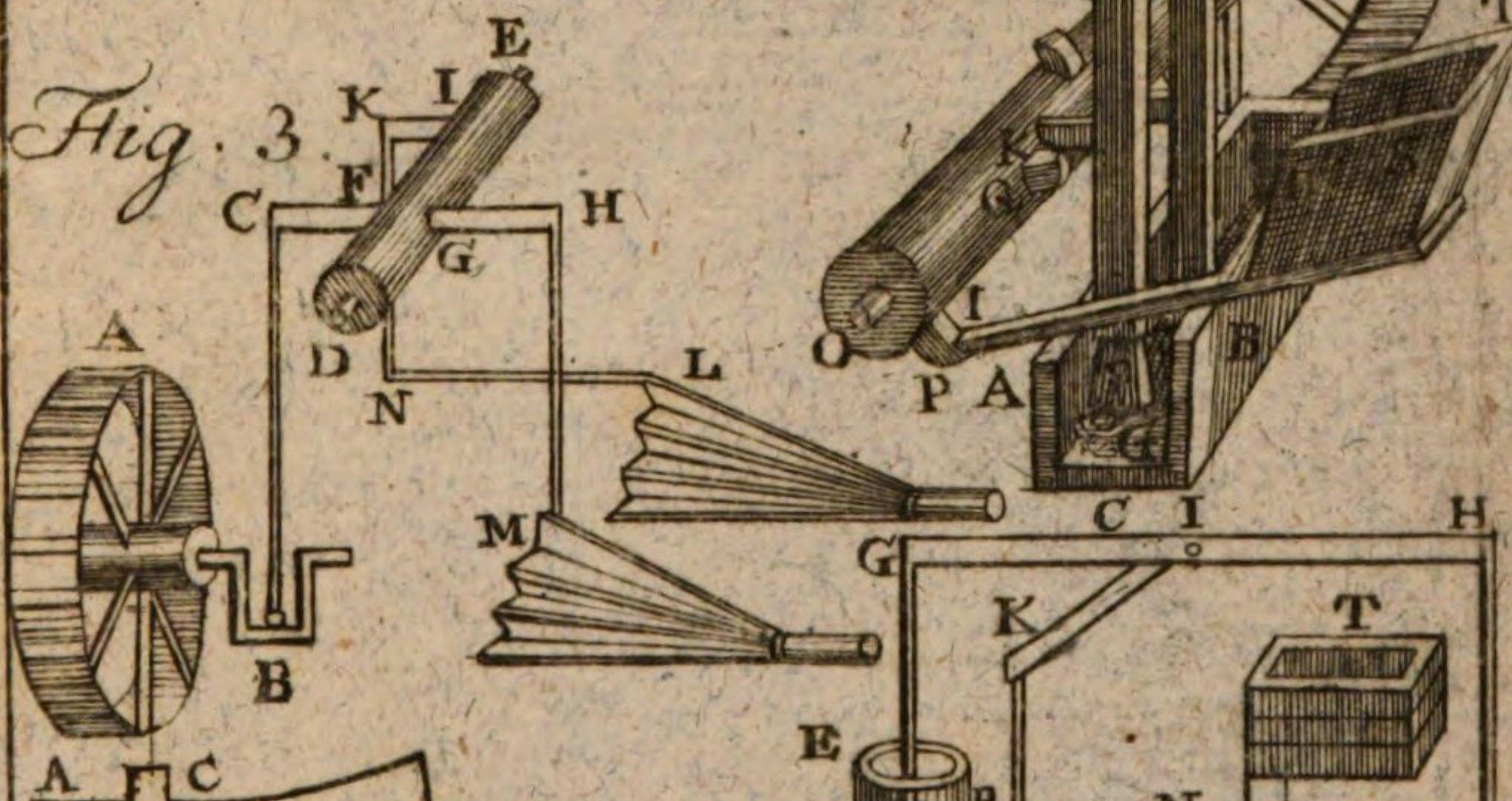


Fig. 4.

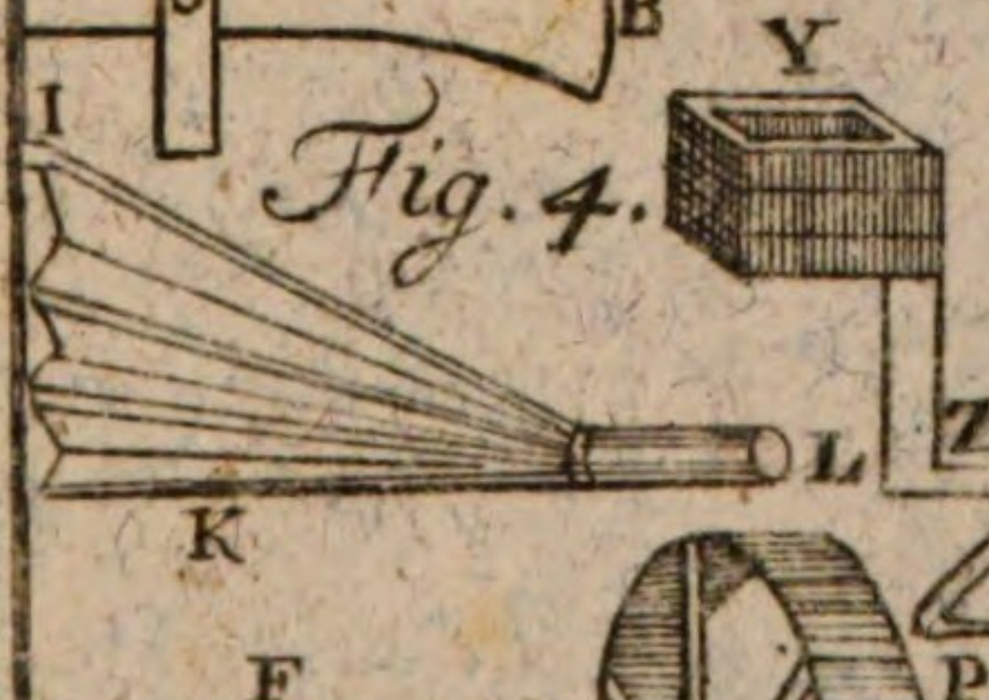
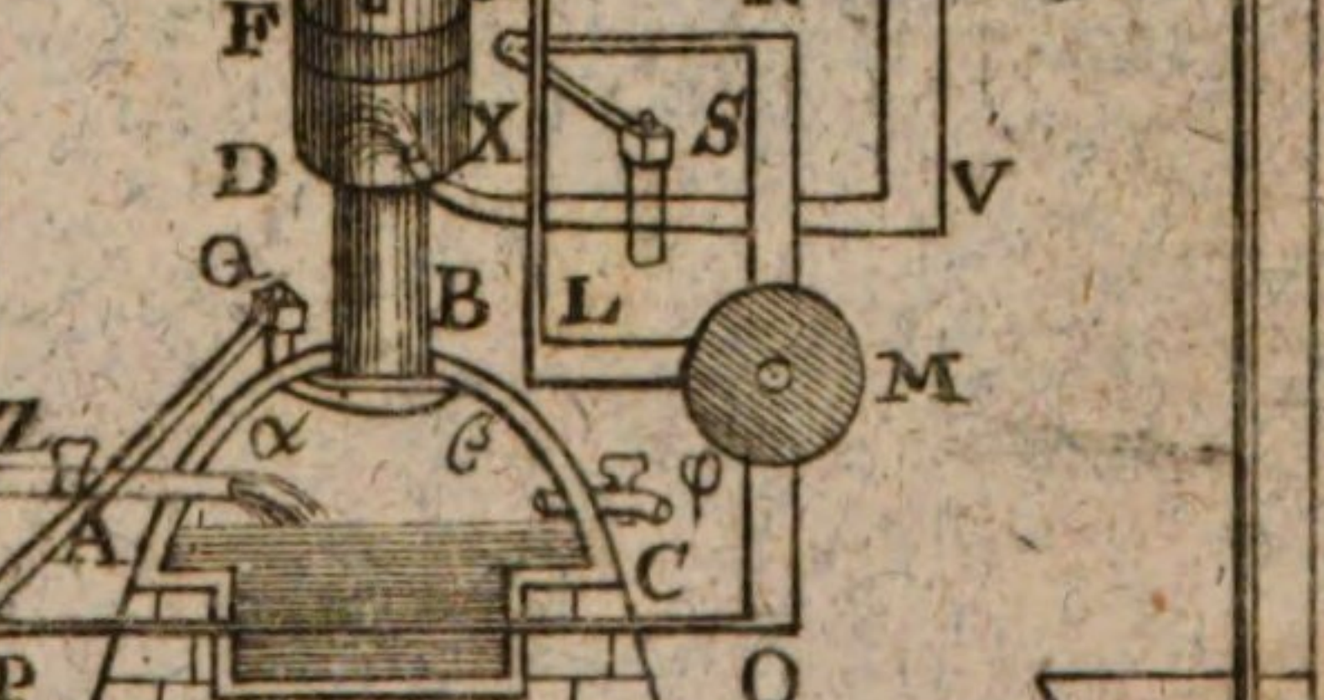
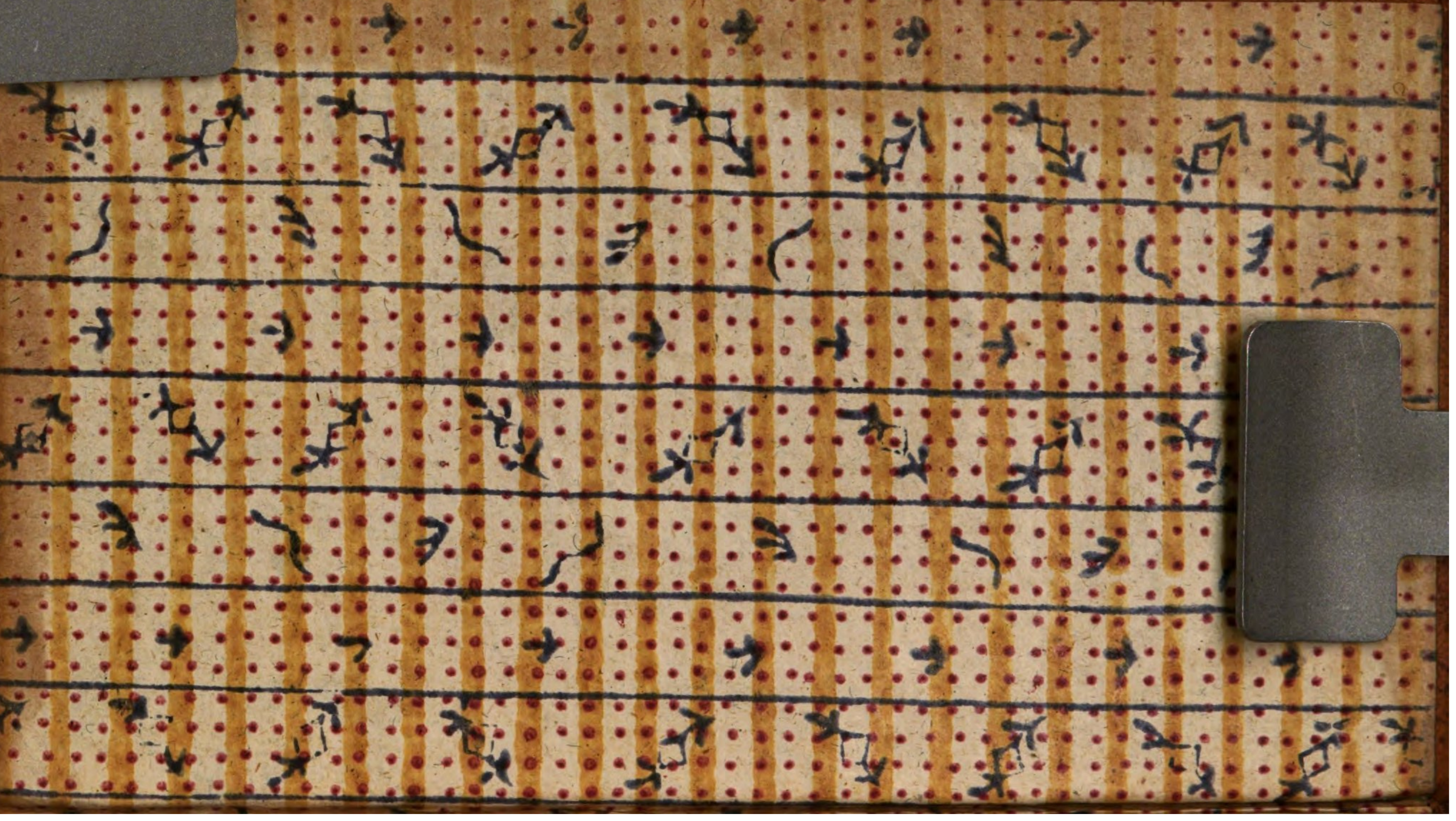


Fig. 5.



Zu Eberh: Beitr:

1500
21.2.83



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Eberhard, Johann Peter,

D. Johann Peter Eberhards Neue Beyträge zur Mathesi applicata Worin die Ersten Gründe der Mühlenbaukunst, Hydrotechnik und Bergwerkswissenschaft erklärt werden. Nebst einigen Zusätzen zur Mechanik, Optik und Gnomonik

Halle im Magdeburgischen 1786

Math.a. 75
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10080680-1
VD18 12017442